

## seminarios y conferencias

# D

## esafíos e innovaciones en la gestión ambiental

Actas del Seminario Internacional  
“Experiencia latinoamericana en manejo ambiental”  
CEPAL, Santiago de Chile  
Marzo de 2000



División de Medio Ambiente y  
Asentamientos Humanos



JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY



cenma  
Centro Nacional del Medio Ambiente

Santiago de Chile, mayo de 2001

Este documento fue compilado por Daniela Simioni, Oficial de Asentamientos Humanos de la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos y Carmen Gloria Contreras, consultora de CEPAL y CENMA, en el curso del proyecto “Fortalecimiento de la conciencia ambiental de los ciudadanos en la formulación de políticas de control de la contaminación en la metrópolis de América Latina”, que cuenta con el apoyo financiero del Gobierno de Japón.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

---

Publicación de las Naciones Unidas

LC/L.1548-P

ISBN: 9-1-321851-6

Copyright © Naciones Unidas, mayo de 2001. Todos los derechos reservados

Nº de venta: S.01.II.G.90

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

---

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

---

<b>Resumen .....</b>	<b>7</b>
<b>Presentación.....</b>	<b>9</b>
 <b>Tema I. Gestión de la calidad del aire .....</b>	 <b>13</b>
Calidad del aire y su impacto en la salud en América Latina y el Caribe <i>Marcelo E. Korc</i> .....	15
Calidad del aire en Santiago de Chile, su evolución y algunos lineamientos para su control <i>Christian Santana, Marcelo Fernández</i> .....	23
Situación actual y tendencias de calidad del aire en México <i>Víctor Gutiérrez Avedoy</i> .....	33
 <b>Tema II. Gestión de residuos.....</b>	 <b>49</b>
Gestión ambientalmente adecuada de residuos urbanos en América Latina: un enfoque de política integral <i>Guillermo Acuña</i> .....	51
Residuos industriales, la experiencia de Brasil <i>José Felício Haddad</i> .....	59
Residuos industriales sólidos en la región metropolitana de Santiago <i>José Arellano, Alfredo Rihm</i> .....	65
Diagnóstico y gestión de descargas de residuos industriales líquidos en la región metropolitana de Santiago <i>Ana María Sancha</i> .....	73
Gestión de los residuos peligrosos en México <i>Cristina Cortinas de Nava</i> .....	77

<b>Tema III. Requerimientos de investigación para apoyar la gestión ambiental en América Latina</b> .....	89
Principales desafíos ambientales en América Latina y el Caribe	
<i>Alicia Bárcena</i> .....	91
Análisis en torno a los requerimientos de investigación ambiental	
<i>Claudio Friedmann</i> .....	99
Desafíos de la investigación en materias ambientales	
<i>Patricia Matus</i> .....	105
<b>Palabras de autoridades</b>	
<i>Sra. Adriana Hoffmann</i> .....	113
<i>Sr. Luis Riveros</i> .....	115
<i>Sr. Suehiro Otoma</i> .....	119
<b>Serie seminarios y conferencias: números publicados</b> .....	

## Índice de cuadros

Cuadro 1: Número de días sobre norma y máxima concentración de O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) y CO (mg/m <sup>3</sup> ) registrados en 1995 y 1998 en las estaciones históricas .....	26
Cuadro 2: Valores normados para los contaminantes .....	34
Cuadro 3: Esencia y tipo de medidas de los proaires .....	36
Cuadro 4: Emisiones de la ZMVM (Contribución porcentual en peso), 1996 .....	37
Cuadro 5: Localidades con sistemas de monitoreo atmosférico .....	38
Cuadro 6: Evolución de PM10 en la ZMVM, 1995-1999.....	40
Cuadro 7: Algunas acciones aplicables a diferentes sectores para disminuir las emisiones a la atmósfera.....	42
Cuadro 8: Normativa federal para la calidad del aire .....	43
Cuadro 9: Normas oficiales mexicanas para ramas industriales específicas .....	44
Cuadro 10: Normativa Estados Unidos-México .....	45
Cuadro 11: Mayor rigor en las nuevas normas de emisión para vehículos en circulación en la ZMVM.....	46
Cuadro 12: Generación de residuo industrial en el estado de Río de Janeiro, por Cuenca Hidrográfica (Ton/año) .....	64
Cuadro 13: Generación de residuo industrial en el estado de São Paulo (Ton/año).....	64
Cuadro 14: Número de empresas según tamaño 1994-1997 .....	67
Cuadro 15: Distribución de empresas relevantes en la generación de residuos sólidos industriales a nivel nacional .....	67
Cuadro 16: Distribución de empresas relevantes en la generación de residuos sólidos industriales en la región metropolitana .....	68
Cuadro 17: Tamaño de empresa.....	68
Cuadro 18: Residuos industriales sólidos generados y declarados entre abril y junio de 1999 en la región metropolitana .....	69
Cuadro 19: Resultados del proceso de fiscalización.....	75
Cuadro 20: Empresas que manifiestan la generación de residuos peligrosos y volumen de residuos generados.....	81
Cuadro 21: Distribución geográfica de las empresas autorizadas a brindar servicios de manejo de residuos industriales peligrosos en México .....	83
Cuadro 22: Capacidad instalada para reuso, reciclado, tratamiento y confinamiento de residuos peligrosos .....	84

Cuadro 23:	Capacidad instalada para reciclar residuos peligrosos.....	85
------------	--	----

## Índice de gráficos

Gráfico 1:	Porcentaje de la norma de calidad de aire alcanzado por los máximos valores registrados en 1998 en la red MACAM2. Se señala la estación en la cual se registró dicho valor .....	24
Gráfico 2:	Días sobre normas en las estaciones de la red MACAM2 durante 1998.....	25
Gráfico 3:	Promedios anuales de fracción (MP2.5) y gruesa (PM10-MP2.5 en 1998.....	25
Gráfico 4:	Tendencia de promedios anuales de PM10 y sus fracciones fina y gruesa.....	27
Gráfico 5:	Evolución de la cantidad de días sobre 100, 300 y 500 ICAP, en las estaciones históricas de la red MACAM-2 entre 1989 y 1999.....	27
Gráfico 6:	Composición promedio del PM2.5 en Santiago. Julio-agosto de 1998 .....	28
Gráfico 7:	Inventario proporcional 1997 de PM10, CO, NO <sub>x</sub> , COVS, SO <sub>x</sub> y NH <sub>3</sub> en categorías de fuentes agregadas. se presenta en forma separada el inventario de emisiones de polvo natural.....	29
Gráfico 8:	Inventario de emisiones 1997 y proyectado a 2005, sin medidas del PPDA aplicadas.....	30
Gráfico 9:	Elaboración de un programa para mejorar la calidad del aire .....	35
Gráfico 10:	Inventarios de emisiones de zonas metropolitanas .....	37
Gráfico 11:	Promedio anual de datos horarios en la estación merced de la ZMVM, 1988-1999.....	39
Gráfico 12:	Promedio anual de máximos diarios de concentraciones de Ozono en la ZMVM ...	40
Gráfico 13:	Porcentaje de días fuera de norma en seis ciudades .....	41
Gráfico 14:	PM10 en las principales ciudades en 1998 .....	41
Gráfico 15:	Mezcla modal del transporte público en la ZMVM.....	43
Gráfico 16:	Normas de emisión para vehículos nuevos en planta en México.....	45
Gráfico 17:	Evolución del registro de empresas generadoras de residuos peligrosos.....	79
Gráfico 18:	Universo de empresas que manifiestan la generación de residuos peligrosos volumen anual de generación.....	79
Gráfico 19:	Participación de los sectores industriales en la generación de residuos peligrosos (estudio de 3 mil empresas registradas durante el período 1989-1996).....	80
Gráfico 20:	Proporción de residuos peligrosos generados por tres mil empresas registradas en el período 1989-1996 .....	81
Gráfico 21:	Tendencia en la creación de infraestructura de manejo de residuos industriales peligrosos en México en el período 1988-mayo 2000 .....	82
Gráfico 22:	Capacidad instalada proporcional de las distintas modalidades de manejo de residuos peligrosos .....	84
Gráfico 23:	Distribución geográfica de las empresas que utilizan combustibles alternos formulados a partir de lubricantes usados.....	85
Gráfico 24:	Tendencia en el crecimiento de la infraestructura de tratamiento de residuos biológico-infecciosos en México .....	86
Gráfico 25:	Distribución de la infraestructura de tratamiento de residuos biológico-infecciosos en México y capacidad instalada .....	86
Gráfico 26:	Distribución geográfica de las distintas modalidades de tratamiento de residuos biológico-infecciosos en México .....	87
Gráfico 27:	Creación de redes de manejo ambiental de residuos en el país .....	88



---

## Resumen

---

Este volumen recoge la versión revisada de los trabajos presentados al Seminario Internacional, “Experiencia latinoamericana en manejo ambiental”, realizado en la Sede de CEPAL, en Santiago de Chile, el 30 y 31 de marzo de 2000. Este seminario es el resultado de un trabajo conjunto entre el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), la Universidad de Chile y la Agencia Japonesa de Cooperación (JICA), al cual se han sumado otras instituciones tales como la Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile (CONAMA) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

El primer tema abordado es la gestión de la calidad del aire, su impacto en la salud de los ciudadanos latinoamericanos, la descripción de algunos lineamientos para su control, para terminar con una perspectiva de gestión integral de la calidad del aire. El segundo tema está enfocado a la gestión ambiental de residuos sólidos, con una reseña de experiencias latinoamericanas en el manejo de residuos industriales y peligrosos. Finalmente, en el tercer capítulo se analizan los principales desafíos ambiental que se enfrentan en la región y se abordan los requerimientos de investigación para apoyar la gestión ambiental en América Latina.





## Presentación

---

El seminario sobre “Experiencia latinoamericana en manejo ambiental” fue el resultado de un esfuerzo conjunto entre el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), la Universidad de Chile y la Agencia Japonesa de Cooperación (JICA) al cuál se han sumado otras instituciones tales como la Comisión Nacional de Medio Ambiente de Chile (CONAMA) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Todas estas instituciones y particularmente CENMA y CEPAL se han visto altamente beneficiadas por la experiencia del Gobierno de Japón que ha tenido avances importantes especialmente en atender los problemas de contaminación de aire en zonas urbanas.

El seminario tuvo, como objetivo principal, reunir a un importante grupo de expertos de la Región, para generar un intercambio productivo de ideas y experiencias acerca de la forma como los distintos países están abordando la gestión ambiental en distintos contextos geográficos, políticos y socio-económicos. Se propuso también analizar las circunstancias y las condiciones en que esta importante tarea de política pública se lleva a cabo así como las perspectivas y desafíos que se presentan ante la existencia de mejores herramientas tales como información, conocimientos y nuevas tecnologías.

Durante el seminario se propició un fructífero intercambio de experiencias en materias ambientales en torno a distintas temáticas. En la publicación que aquí se presenta se ha querido recoger las

discusiones alrededor de tres temas relacionados con la gestión ambiental: calidad del aire, residuos industriales y necesidades de investigación.

Un segundo objetivo del seminario, muy relevante para los organizadores, ha sido mostrar el Proyecto Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA) en el momento de su culminación en su primera fase de vida. Este proyecto iniciado en 1995, que ha concitado los esfuerzos conjuntos de CONAMA, JICA y la Universidad de Chile, esta dando como fruto el CENMA, una nueva institución, con notables capacidades para dar apoyo a la gestión ambiental. Los participantes en el seminario tuvieron la oportunidad de visitar las instalaciones de CENMA donde, apoyados en laboratorios de primer nivel, personal chileno y japonés están produciendo y elaborando información ambiental de alta calidad que ya esta siendo usada por las instituciones ambientales chilenas. Se aprovechó la oportunidad también para difundir el Proyecto “Conciencia Ciudadana y Contaminación Atmosférica”, ejecutado por la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos de CEPAL con el apoyo del Gobierno de Japón y que tiene como objetivo evaluar la percepción pública y ciudadana como una dimensión esencial para enriquecer el diseño de políticas y programas de gestión ambiental.

La maduración del proyecto CENMA se da precisamente al momento en que Chile pasa a ser gobernado por nuevas autoridades, las cuales traen entre sus nuevos planteamientos un énfasis muy marcador en los temas de medio ambiente.

En su discurso inaugural, la Sra. Adriana Hoffman, Directora Ejecutiva de CONAMA expresó la voluntad del nuevo gobierno por avanzar en el logro de una real coordinación dentro del Estado, de tal manera que en cada una de sus instituciones, el medio ambiente sea adoptado como una idea común, haciendo así posible el progreso hacia un Desarrollo Sustentable y un cambio cultural, donde la dimensión ambiental sea un elemento importantísimo. Para una tarea de estas dimensiones, en las palabras de la Dra. Hoffmann, “necesitamos datos exactos, necesitamos gente preparada y conocer la experiencia de otros países”.

Coincide también este momento, con una etapa en la larga historia de la Universidad de Chile, en la cual esta tradicional institución renueva su compromiso con los grandes problemas del país y la Región, entre los que el Sr. Luis Rivero, Rector de la Universidad de Chile, en sus palabras de despedida, destacó los temas del medio ambiente, el crecimiento económico y la equidad social. Entre estos tres polos se dan relaciones de gran complejidad que siguen un patrón común en los países latinoamericanos, dados sus antecedentes históricos comunes: el crecimiento económico causando deterioro ambiental, frente al deterioro ambiental acumulado convirtiéndose en obstáculo al desarrollo, la pobreza relegando a los más desposeídos a las áreas más deterioradas y, a su vez, forzando a los más pobres a sobre explotar los recursos que encuentran a su alcance.

Romper estos ciclos requiere un esfuerzo creativo común, para el cual parece de gran importancia la mayor cooperación horizontal, la llamada “relación sur-sur”. El Dr. Riveros subrayó también la necesidad de una mayor presencia del estado en el financiamiento y promoción de la investigación, como piedra fundamental del desarrollo y, dentro de ella, de la investigación en temas ambientales, que es uno de los que tiene mayores efectos externos. La prioridad que la propia Universidad le otorga a esta temática se expresa en la formación de un Comité Académico, destinado a vincular las iniciativas de medio ambiente en CENMA y la Universidad, abriéndolas al país y a la región.

Para la parte japonesa del proyecto CENMA, este seminario marca también un hito importante. El énfasis en el establecimiento y capacitación de CENMA como una institución habilitada para apoyar la gestión ambiental chilena, da paso a una en la que busca estrechar relaciones con otros países latinoamericanos.

Para la CEPAL este seminario permitió enriquecer sus análisis al recibir en esta casa de Naciones Unidas a los expertos de distintos países y reconocer los enormes avances logrados en la región.

Esperamos que esta publicación refleje la riqueza de las presentaciones y debates y que signifique una contribución útil al trabajo cotidiano de muchos profesionales en el campo de la gestión ambiental en América Latina y el Caribe.

Juan Escudero  
Director  
Centro Nacional del Medio Ambiente  
CENMA

Alicia Bárcena  
Directora  
División de Medio Ambiente  
y Asentamientos Humanos  
CEPAL

## **Tema I**

### **Gestión de la calidad del aire**



## **Calidad del aire y su impacto en la salud en América Latina y el Caribe**

---

**Marcelo E. Korc**<sup>1</sup>

La contaminación del aire es una amenaza aguda, acumulativa y crónica para la salud humana y el ambiente. Las personas están expuestas a contaminantes del aire en exteriores e interiores. Esta exposición puede detonar o agravar afecciones respiratorias, cardíacas y otras. Puede ser dañina para personas con enfermedades pulmonares o cardíacas crónicas, embarazadas, ancianos y niños, sobre todo en la población de menores recursos que trabaja en las calles y vive en condiciones precarias. Los problemas de salud causados por la contaminación pueden verse influidos por factores tales como: magnitud, alcance y duración de la exposición, edad, susceptibilidad de cada persona, entre otros.

A fin de minimizar el riesgo que representa la contaminación del aire para la salud humana, los países de la Región de América Latina y el Caribe intentan establecer estructuras institucionales y técnicas para mejorar las acciones de vigilancia, control y prevención. La Organización Panamericana de la Salud (OPS), a través de su Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), analizó la situación de la gestión de la calidad del aire

---

<sup>1</sup> Asesor Regional en Control de la Contaminación del Aire CEPIS/OPS.

urbano en exteriores en la Región <sup>2</sup> y elaboró un Plan Regional sobre Calidad del Aire Urbano y Salud para el período 2000-2009.<sup>3</sup>

Este documento describe ambos trabajos. El análisis de situación contó con los aportes de las Oficinas de Representación de la OPS en los países de la Región, que llenaron el cuestionario enviado por el CEPIS en enero de 1999. El Plan Regional fue preparado con los aportes del Primer Taller de Potenciales Centros Cooperantes, realizado en Lima, Perú, del 16 al 18 de agosto de 1999 y el Primer Encuentro Latinoamericano sobre Calidad del Aire y Salud, realizado en Santiago, Chile, del 6 al 10 de setiembre de 1999.

## 1. Antecedentes

La contaminación del aire y los esfuerzos por controlarla no son un fenómeno reciente sino que datan del siglo XIII, cuando el rey Eduardo I de Inglaterra prohibió la quema de ciertos carbones altamente contaminantes en Londres <sup>4</sup> originando las primeras ordenanzas de control de la contaminación.

El interés por la contaminación del aire en América Latina y el Caribe se inició en la década de los cincuenta, cuando las universidades y los ministerios de salud efectuaron las primeras mediciones de la contaminación del aire.

En 1965, el Consejo Directivo de la OPS recomendó a su Director, establecer programas de investigación sobre contaminación del agua y aire, así como colaborar con los Gobiernos Miembros en el desarrollo de políticas adecuadas de control. Cuando la OPS inició su programa regional, ningún país era consciente de la magnitud de sus problemas de contaminación del aire. A través del CEPIS, la OPS acordó establecer una red de estaciones de monitoreo de la contaminación del aire.<sup>5</sup>

La Red Panamericana de Muestreo Normalizado de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES) inició sus operaciones en junio de 1967. La REDPANAIRES comenzó con ocho estaciones y hacia fines de 1973 contaba con 88 estaciones distribuidas en 26 ciudades de 14 países. En 1980, la REDPANAIRES discontinuó sus actividades y pasó a formar parte del Programa Global de Monitoreo de la Calidad del Aire, establecido en 1976 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como parte del Sistema Mundial de Monitoreo del Medio Ambiente (GEMS por sus siglas en inglés).<sup>6</sup> En 1990, el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO) de la OPS realizó una encuesta sobre la situación de los programas de calidad del aire y salud en América Latina y el Caribe. Los resultados indicaron que sólo seis países habían establecido estándares de calidad del aire, diez habían desarrollado redes de monitoreo de la calidad del aire, nueve habían preparado inventarios de emisiones, cuatro habían establecido estrategias de control y cuatro habían llevado a cabo estudios epidemiológicos.<sup>7</sup>

---

<sup>2</sup> Korc ME. Situación de los programas de gestión de calidad del aire urbano en América Latina y El Caribe. Lima: CEPIS; 2000.

<sup>3</sup> OPS, HEP. Plan Regional sobre Calidad del Aire Urbano y Salud para el Período 2000-2009. Washington DC: OPS; 2000. Disponible en inglés y español.

<sup>4</sup> CEPIS. *Curso de orientación para el control de la contaminación del aire; manual de auto-instrucción*. Adaptado por Marcelo E. Korc de "SI:422 Air pollution control orientation course" del Instituto de Capacitación de la Contaminación del Aire (APTI) de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Lima: CEPIS; 1999.

<sup>5</sup> CEPIS. Red Panamericana de Muestreo de la Contaminación del Aire (REDPANAIRES), informe final 1967-1980. Lima: CEPIS; 1982.

<sup>6</sup> OMS, PNUMA, GEMS/AIRE Programa Mundial de Vigilancia y Evaluación de la Calidad del Aire Urbano. Ginebra, OMS, 1993. Disponible en inglés y español.

<sup>7</sup> Weitzenfeld H, Romieu I. Resultados de la encuesta sobre la situación de la contaminación del aire en América Latina y El Caribe. Metepec: ECO; 1990.

Durante la década de los noventa, la OMS organizó el Sistema de Información sobre la Gestión de la Calidad del Aire (AMIS por sus siglas en inglés).<sup>8</sup> En 1997, el programa GEMS se incorporó al AMIS. Actualmente, el AMIS brinda la información requerida para el desarrollo de programas de calidad del aire que incluye: monitoreo de la concentración de contaminantes del aire; desarrollo de instrumentos para elaborar inventarios de emisiones y modelos de calidad del aire; estimación de los efectos sobre la salud pública a través de estudios epidemiológicos y la propuesta de planes de acción detallados para mejorar la calidad del aire. La participación en el AMIS vincula automáticamente a los países con una red de apoyo que cuenta con recursos y experiencia.

En años recientes, en respuesta a las recomendaciones de la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD)<sup>9</sup> y a los compromisos asumidos en la Cumbre de las Américas,<sup>10</sup> la OPS junto con los esfuerzos de otros organismos multilaterales y bilaterales, ha promovido, coordinado y apoyado varias actividades relacionadas con la mejora de la calidad del aire, como por ejemplo, la eliminación del plomo en la gasolina.<sup>11</sup>

Los actuales problemas globales del medio ambiente como: el cambio climático; el agotamiento de la capa de ozono en la estratosfera y el transporte transfronterizo de la contaminación, también afectan la calidad del aire en los países de la Región. Uno de los principales mecanismos para solucionar estos problemas es la cooperación internacional por intermedio de convenios internacionales como son el Protocolo de Montreal y el Protocolo de Kioto.

## 2. Situación actual

Estimados recientes de la OMS indican que más de 100 millones de personas en América Latina y el Caribe están expuestas a niveles de contaminantes del aire en exteriores que exceden los valores guía recomendados por la OMS.<sup>12</sup> La OMS estima que aproximadamente 400 mil personas mueren al año en la Región por exposición a material particulado, de las cuales 300 mil se deben a la exposición en interiores debido a la quema de biomasa o de otras fuentes.<sup>13</sup>

La contaminación del aire en exteriores en la Región no es solo un problema en la Ciudad de México, São Paulo y Santiago, ciudades de la Región conocidas por su mala calidad del aire. Por ejemplo, en 1998, Guadalajara, Toluca, Mexicali, Monterrey y Tijuana en México rebasaron la norma de ozono y las ciudades de Quito, Tegucigalpa, Guatemala y La Habana rebasaron la norma para las concentraciones anuales de material particulado menor de 10 micrómetros (MP<sub>10</sub>) establecida por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

Las principales causas de la contaminación son el aumento de la urbanización, el consumo y la industrialización. Aproximadamente el 80% de la población de América del Sur vive en ciudades y se estima que casi el 90% vivirá en ciudades en el año 2020. El consumo de energía en la Región también ha aumentado significativamente. Por ejemplo, en Chile, el consumo de energía aumentó

<sup>8</sup> Schwella D. The Air Management Information System (AMIS) and a global air quality partnership. Ginebra: OMS; 1997.

<sup>9</sup> CNUMAD. *Report of the United Nations Conference on Environment and Development*. Río de Janeiro, 2 al 14 de junio de 1992. (A/CONF.151.6 agosto de 1992).

<sup>10</sup> *Summit of the Americas Declaration of Principles and Action Plan: Partnership for Development and Prosperity: Democracy, Free Trade and Sustainable Development in the Americas*. Miami, Florida, 9 al 11 de diciembre de 1994

<sup>11</sup> Banco Mundial. *Eliminación del plomo en la gasolina en América Latina y el Caribe; informe situacional*. Washington, DC: Banco Mundial, Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía (ESMAP), División Petróleo y Gas, Departamento de Industria y Energía; 1996.

<sup>12</sup> Finkelman J, Corey G, Calderón R. *Environmental Epidemiology: a Project for Latin America and the Caribbean*. Metepec: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud; 1993. Programa Internacional de Protección frente a los Productos Químicos (ONU/ILO/OMS), Global Environmental Epidemiology Network.

<sup>13</sup> OMS. Salud y ambiente en el desarrollo sostenible, WHO/EHG/97.8, OMS, 1997. Disponible en inglés y español.



114% de 1985 a 1995.<sup>14</sup> La OMS estima que el 28% del consumo de energía en los países desarrollados proviene de la quema de biomasa. Ésta es una fuente significativa de la contaminación del aire en interiores.<sup>15</sup>

Los esfuerzos para controlar la contaminación del aire en la Región no han sido uniformes. Los resultados de la encuesta realizada por CEPIS en 1999 y la información publicada en los países indican que:<sup>16</sup>

- En 11 países se han establecido normas nacionales sobre calidad del aire en exteriores, en 12 se han establecido límites máximos permisibles para emisiones de fuentes móviles y en 13 se han establecido límites máximos permisibles para emisiones de fuentes fijas, pero generalmente no existen procesos de revisión.
- En 13 países hay ciudades que han implementado actividades de muestreo de la calidad del aire pero solo en cuatro países hay ciudades que han llevado a cabo actividades relacionadas con el aseguramiento y control de la calidad.
- En 14 países se han elaborado inventarios de emisiones, pero generalmente estos son incompletos y no se actualizan regularmente.
- En seis países se han llevado a cabo estudios con modelos predictivos de la calidad del aire, pero generalmente éstos son rudimentarios y de aplicación limitada.
- En 13 países se ha establecido al menos una medida para el control de la contaminación, pero solo en cinco se ha evaluado el impacto de las mismas.
- El impacto de la contaminación del aire sobre la salud es un tema de alta o mediana prioridad, pero el nivel de conocimiento es limitado o mínimo.
- La información, capacitación y sensibilización pública en el tema calidad del aire y salud son áreas de baja prioridad.

El mayor desarrollo de la gestión de la calidad del aire en la Región ocurre en Ciudad de México, Santiago y São Paulo. Estas ciudades cuentan con programas de vigilancia de la calidad del aire e impacto sobre la salud y se encuentran en la fase de implementación de planes viables de control y prevención. Poseen amplia información y experiencia que pueden compartir con el resto de la Región.

Actualmente, hay varias iniciativas regionales para mejorar la calidad del aire en América Latina y el Caribe:

- **Eliminación del plomo de la gasolina.** El plan de acción suscrito en la Cumbre de las Américas por los Jefes de Estado de 34 países incluye la Alianza para Prevenir la Contaminación. Este acuerdo ha propiciado actividades de cooperación para el desarrollo de políticas de medio ambiente y para la puesta en vigencia de leyes e instituciones. Como parte del compromiso, los gobiernos respectivos se comprometieron a establecer planes nacionales de acción para la eliminación gradual del plomo de la gasolina. En la Cumbre de Santa Cruz de la Sierra de 1996, 11 países de la Región informaron que habían eliminado el plomo: Argentina, Bermuda, Brasil, Canadá, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

---

<sup>14</sup> WRI, UNEP, UNDP, WB. *World Resources 1998-99. A Guide to the Global Environment*. Oxford: Oxford University Press; 1998.

<sup>15</sup> Finkelman J, Corey G, Calderón R. *Environmental Epidemiology: a Project for Latin America and the Caribbean*. Metepec: Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud; 1993. Programa Internacional de Protección frente a los Productos Químicos (ONU/ILO/OMS), Global Environmental Epidemiology Network.

<sup>16</sup> Korc ME. Situación de los programas de gestión de calidad del aire urbano en América Latina y El Caribe. Lima: CEPIS; 2000.

De acuerdo a los compromisos adquiridos, para el año 2005, todos los países de la Región con excepción de Chile, Cuba, Uruguay y Venezuela habrán eliminado el plomo de la gasolina.

- **Movimiento de municipios saludables.** El proceso de promover la salud en un municipio empieza cuando las organizaciones locales, los ciudadanos y las autoridades electas formalizan un convenio y ejecutan un plan de acción para mejorar continuamente las condiciones ambientales y sociales que determinan la salud y el bienestar de todas las personas que viven allí. El movimiento mundial de municipios saludables fue lanzado por la OMS al comienzo de la década del los 90 siguiendo la experiencia de ciudades europeas. En la Región de las Américas, el movimiento ha avanzado rápidamente en un contexto de aumento de la descentralización y participación democrática.
- **La Iniciativa de Aire Limpio para Ciudades de América Latina del Banco Mundial.** Una de las principales metas de esta iniciativa es promover el desarrollo o fortalecimiento de los planes de acción para mejorar la calidad del aire en los grandes centros urbanos de América Latina. Actualmente, se están desarrollando o fortaleciendo planes para las ciudades de Lima-Callao, Ciudad de México, Río de Janeiro, Santiago, São Paulo y Buenos Aires.
- **El Programa Aire Puro en Centro América** financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y ejecutado por la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (SWISSCONTACT). Su meta es el mejoramiento de la calidad del aire urbano en Guatemala, Honduras, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador y Panamá, a través de la capacitación de profesionales en el sector automotriz, el establecimiento de un sistema de inspección regular de automóviles y la sensibilización de la población.
- **Proyecto Conciencia Ciudadana y Contaminación Atmosférica en América Latina** de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe con el apoyo financiero del Gobierno del Japón. Su objetivo es identificar los elementos específicos vinculados con la conciencia y participación ciudadana que permitirán mejorar la eficiencia de las políticas de gestión de la contaminación atmosférica. El proyecto se centrará en Ciudad de México, São Paulo y Santiago.<sup>17</sup>

Además, varios países de la Región están desarrollando sus capacidades en el tema:

- La Fundación Nacional de Salud de Brasil está implementando un sistema nacional de vigilancia en epidemiología ambiental en forma descentralizada como parte del Proyecto VIGISUS.
- Perú, Trinidad y Tobago y Uruguay están preparando normas nacionales de calidad del aire en exteriores.
- La Municipalidad de Quito en Ecuador está elaborando un programa de gestión de la calidad del aire hacia el año 2005.
- Cuba ha creado el Sistema Nacional de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica (SINVCA).
- Las ciudades de Monterrey, Guadalajara, Valle de Toluca y Ciudad Juárez en México han desarrollado planes de acción para mejorar la calidad del aire basados en el marco conceptual del plan de acción para el Valle de México.

<sup>17</sup> CEPAL, Proyecto Conciencia Ciudadana y Contaminación Atmosférica en América Latina. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos; 2000.

- Argentina ha establecido el Programa Nacional sobre Calidad del Aire y Salud basado en el programa GEMS de la OMS.
- La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) de Chile ha llevado a cabo un diagnóstico de la calidad del aire en regiones urbano-industriales del país con el apoyo financiero de COSUDE.

### 3. El plan regional de calidad del aire urbano y salud (2000-2009)

El Plan Regional de Calidad del Aire y Salud ofrece un marco de referencia para que las instituciones nacionales e internacionales puedan establecer prioridades con respecto al desarrollo de la gestión de la calidad del aire, mejorar la coordinación y cooperación con los programas de calidad del aire en la Región y acceder a fondos y otros recursos para apoyar acciones concretas a fin de mejorar la calidad del aire y prevenir su deterioro.

El Plan reconoce que el liderazgo nacional y local (gubernamental y de la sociedad civil) representa el núcleo central de la lucha contra la contaminación del aire a fin de mantener su calidad de tal manera que no afecte ni ponga en peligro la salud humana ni desaliente el desarrollo económico. El Plan se ubica entre la acción regional, por un lado, y la implementación nacional y local, por el otro.

#### Principios orientadores

Los principios orientadores sobre los cuales se sustenta el Plan son:

- **Universalidad:** Mayor cobertura de los programas de calidad del aire y salud.
- **Equidad:** Mejoramiento de la calidad del aire y la salud por encima de las diferencias de sexo, edad, etnia u otras.
- **Participación:** Participación activa por parte de la comunidad en el diagnóstico, desarrollo e implementación de planes diseñados para minimizar la contaminación del aire y prevenir el deterioro de su calidad.
- **Concertación:** Discusión y cooperación entre todos los sectores involucrados.
- **Integridad:** Desarrollo de programas integrales sobre calidad del aire y la salud (prevención, vigilancia, control y educación).
- **Coherencia:** Orientación de todos los esfuerzos de las distintas entidades comprometidas hacia un objetivo común.
- **Oportunidad:** Soluciones precisas en el momento adecuado.
- **Sostenibilidad:** Desarrollo de programas autosostenibles económicamente.
- **Descentralización:** Desarrollo de programas descentralizados con componentes regionales, nacionales y locales.
- **Compatibilidad:** Desarrollo de programas de calidad del aire y salud compatibles con la realidad regional, nacional y local.

## **Fin y objetivo**

El fin del Plan Regional sobre Calidad del Aire Urbano y Salud es contribuir tanto al mejoramiento de la calidad del aire como a la prevención de su deterioro en exteriores e interiores en los países de la Región, de tal manera que dentro del marco de desarrollo humano sostenible, se proteja la salud de la población con equidad.

El objetivo del Plan es contribuir al fortalecimiento de la capacidad técnica e institucional de los países y de los mecanismos de cooperación entre los países de la Región para que, dentro del marco de desarrollo humano sostenible, se ejecuten planes y programas para mejorar la calidad del aire y prevenir su deterioro en exteriores e interiores, basados en normas y reglamentos orientados hacia la protección de la salud de la población.

## **Areas programáticas**

Basado en los principios orientadores y objetivo descritos, el Plan Regional ha sido estructurado en las siguientes cinco áreas programáticas interrelacionadas:

1. Políticas, normas y reglamentos.
2. Manejo de la calidad del aire.
3. Vigilancia del impacto de la contaminación del aire sobre la salud.
4. Educación, capacitación y sensibilización pública.
5. Financiamiento.

Las áreas 1, 2 y 3 son la base del Plan y las áreas 4 y 5 apoyan a las tres primeras. Cada área tiene un objetivo específico, resultados esperados y actividades a desarrollar y ejecutar en los próximos 10 años.

## **Implementación**

El Plan consta de tres etapas básicas: planificación, ejecución y evaluación. Debido a la heterogeneidad de situaciones (recursos humanos y económicos, problemas de calidad del aire, etc.) y de niveles de desarrollo de la gestión de la calidad del aire en los países de la Región, las etapas descritas a continuación deberán ser implementadas de acuerdo con las posibilidades y necesidades nacionales y locales.

### **Planificación**

La etapa de planificación está programada para el período 2000-2002 y las principales funciones de la OPS serán:

- El establecimiento de una red de instituciones que colaboren con la OPS para facilitar la implementación del Plan Regional.
- El establecimiento de un centro regional de información.
- La preparación de guías y material de capacitación.
- La elaboración de un programa regional de evaluación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire con cooperación interna y externa.
- El apoyo técnico directo a los países.
- La formación de recursos humanos especializados en los países.

Las funciones de los países serán:

- El fortalecimiento de las capacidades técnicas e institucionales.
- El desarrollo de las políticas, normas y reglamentos.
- La definición de los programas de financiamiento de corto, mediano y largo plazo.
- La realización de estudios de diagnóstico.
- La elaboración de planes de acción nacionales y locales para mejorar la calidad del aire.

### ***Ejecución***

Esta etapa está programada para el período 2002-2007. Las funciones de la OPS serán:

- El apoyo técnico a los países en la ejecución de los planes de acción.
- La formación de recursos humanos especializados en los países.
- La evaluación periódica del progreso del Plan Regional.

Las funciones de los países serán:

- La puesta en marcha de los planes de acción.
- La continuación del fortalecimiento de las capacidades técnicas e institucionales.
- El desarrollo de programas de capacitación e información.

### ***Evaluación***

Esta etapa está programada para el período 2008-2009 y las principales funciones de la OPS serán:

- Evaluación final del Plan Regional
- Apoyo técnico directo a los países.

Las funciones de los países serán:

- Evaluación de los sistemas de vigilancia y el impacto de las medidas propuestas en los planes de acción.
- Elaboración de los planes de acción para el período 2010-2019.

## **4. Conclusiones y recomendaciones**

Los resultados presentados anteriormente indican que sólo Brasil, Chile y México tienen ciudades con un programa de gestión de la calidad del aire bien desarrollado y dentro de estos países hay una gran diferencia en la capacidad de gestión de una ciudad a otra. Además, en general, el nivel de conocimiento del impacto de la contaminación atmosférica sobre la salud es limitado o mínimo y la capacitación en el tema es de mediana o baja prioridad.

Por lo tanto, se recomienda que los países desarrollen y fortalezcan los programas de gestión de la calidad del aire mediante la información y experiencia generada en Brasil, Chile y México y la elaboración de un plan nacional de calidad del aire y la salud. Para la preparación de esos planes nacionales se recomienda usar las directrices del Plan Regional sobre Calidad del Aire y Salud.

## **Calidad del aire en Santiago de Chile, su evolución y algunos lineamientos para su control**

---

***Christian Santana, Marcelo Fernández***<sup>18</sup>

La red de Monitoreo Automático de Calidad de Aire y Meteorología (MACAM) se oficializó en 1988, comprendiendo 5 estaciones, y fue renovada y ampliada a 8 estaciones en 1997 (red MACAM2). Ello ha permitido caracterizar la contaminación en nuevos sectores de la ciudad, demostrando que el monitoreo previo a 1997, concentrado en el centro de la ciudad, no se medía la calidad del aire en las zonas donde se registran las mayores concentraciones de material particulado respirable y monóxido de carbono (sur-poniente).

Se ha seleccionado a 1998 como año de análisis de calidad de aire, por contar con información validada por SESMA para todo el período y todos los contaminantes relevantes, con la excepción de el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Como se aprecia en el gráfico 1, ese año en Santiago se superaron las normas de calidad de aire para tres contaminantes: material particulado respirable (PM<sub>10</sub>, promedio de 24 horas), monóxido de carbono (CO, promedio de 8 horas) y ozono (O<sub>3</sub>, promedio de 1 hora). De estos, el que alcanza un mayor nivel sobre norma es ozono; 2.5 veces el valor de la norma.

---

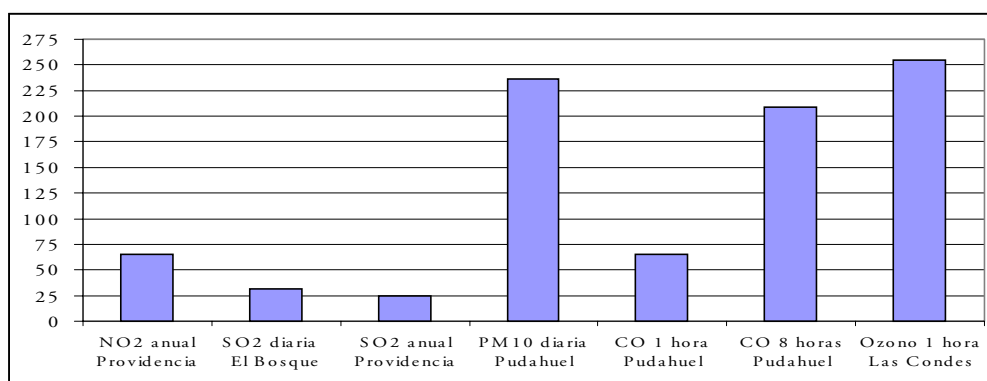
<sup>18</sup> Comisión Nacional del Medio Ambiente.

Sin embargo, por sus características, es el PM10 el que alcanza los niveles más agresivos para la salud de la población, siendo el único contaminante por el cual se han declarado situaciones de emergencia en la ciudad.

Por su parte, el NO<sub>2</sub> (promedio anual) se encuentra en 65% de la norma, situación que no necesariamente significa que se ha subsanado la condición de latencia declarada para dicho contaminante en 1996. El valor presentado corresponde sólo a un punto de la ciudad (Providencia) por lo que se requiere esperar a los resultados de otras localizaciones antes de tener una evaluación adecuada.

**Gráfico 1**

**PORCENTAJE DE LA NORMA DE CALIDAD DE AIRE ALCANZADO POR LOS MAXIMOS VALORES REGISTRADOS EN 1998 EN LA RED MACAM2. SE SEÑALA LA ESTACIÓN EN LA CUAL SE REGISTRÓ DICHO VALOR**

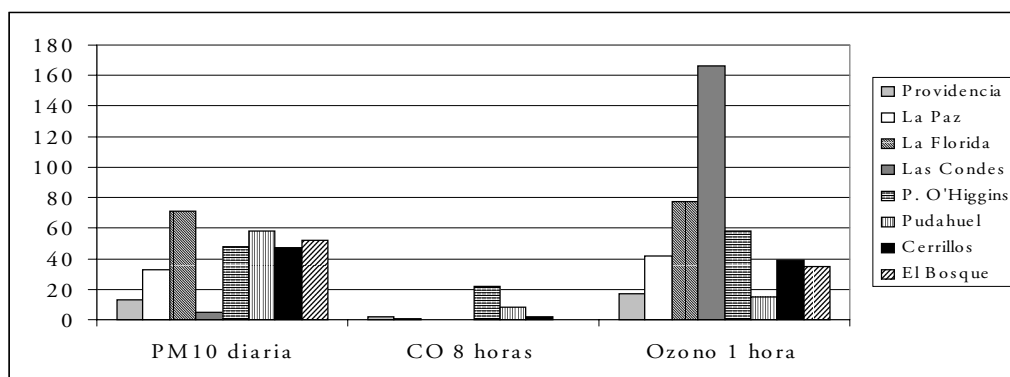


**Fuente:** Elaboración propia del autor a partir de información oficial del SESMA, excepto NO<sub>2</sub> obtenido de monitor DOAS.

De acuerdo al gráfico 1, es el ozono el contaminante más persistente durante el año, con superación de norma en todas las estaciones. Además, presenta marcadas diferencias espaciales, registrándose tanto las máximas concentraciones horarias ( $408 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), como el mayor número de días sobre norma (166) en la estación Las Condes. Este comportamiento diferenciado es causado por los mecanismos de formación de ozono que aumentan su concentración a las horas de mayor insolación vientos abajo de donde se producen las emisiones de sus precursores.

El PM<sub>10</sub> y el CO también muestran un comportamiento espacial diferenciado, aunque mucho menos marcado que el ozono. Las mayores concentraciones y la mayor ocurrencia de superación de norma se registran en el poniente y surponiente de la ciudad. Ello se debe al patrón de circulación de las masas de aire en la cuenca de Santiago que favorece el transporte nocturno de los contaminantes desde diferentes puntos de la ciudad hacia el sector poniente, lo que sumado al aumento de la inversión térmica que ocurre durante la noche, concentran los contaminantes en dichas zonas (CO y PM<sub>10</sub> preferentemente). La excepción es la estación La Florida que en 1998 presentó una alta ocurrencia de días sobre norma, motivada probablemente por emisiones locales.

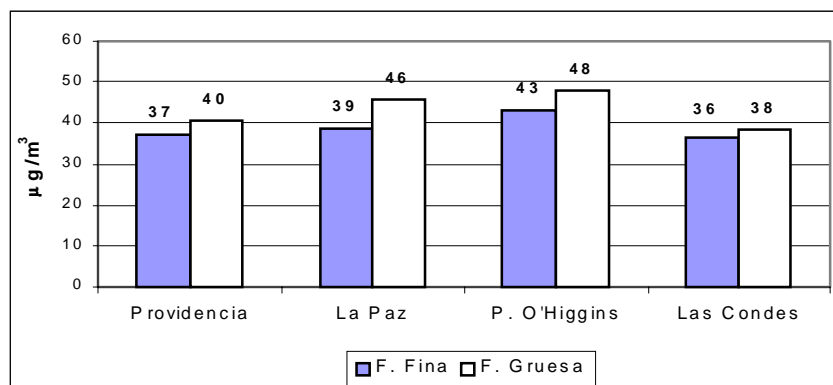
**Gráfico 2**  
**DÍAS SOBRE NORMAS EN LAS ESTACIONES DE LA RED MACAM2 DURANTE 1998**



**Fuente:** Elaboración propia del autor a partir de información oficial de SESMA.

La variabilidad espacial de los promedios anuales del PM10 es menor que la de los promedios diarios u horarios. Si se analiza la fracción fina del material particulado (MP2.5, gráfico 3), señalada como la causante principal de los daños en salud, la diferencia entre las estaciones evaluadas es inferior al 20%. Este hecho señala que la exposición prolongada a PM2.5, relacionados con efectos crónicos en salud, es parecida en toda la ciudad.

**Gráfico 3**  
**PROMEDIOS ANUALES DE FRACCION FINA (MP2.5) Y GRUESA (PM10–MP2.5) EN 1998**



**Fuente:** Elaboración propia del autor a partir de información oficial de SESMA de monitor del tipo Dicotómico.

## 1. Evolución de la calidad de aire en la región metropolitana

Se ha evaluado la evolución en los últimos años de los contaminantes en las estaciones Parque O'Higgins, La Paz, Providencia y Las Condes (en adelante las “estaciones históricas”), pues cuentan con información previa a 1997. El cuadro 1 muestra la situación comparada para CO y O<sub>3</sub>



durante 1998 y 1995, este último fue usado como año base para la definición de los antecedente que permitieron la declaración de zona saturada de la Región Metropolitana en 1996.

**Cuadro 1**

**NUMERO DE DÍAS SOBRE NORMA Y MAXIMA CONCENTRACIÓN DE O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) Y CO (mg/m<sup>3</sup>) REGISTRADOS EN 1995 Y 1998 EN LAS ESTACIONES HISTORICAS**

Contaminante	Parámetro	Providencia		La Paz		P. O'Higgins		Las Condes	
		1995	1998	1995	1998	1995	1998	1995	1998
Ozono, 1 hora	Días sobre norma	5	17	40	42	30	58	152	166
CO, 8 horas	Días sobre norma	10	2	41	1	60	22	0	0
Ozono, 1 hora	Valor máximo	182	274	274	286	210	284	439	408
CO, 8 horas	Valor máximo	13.3	10.7	12.2	10.8	25.8	15.9	5.8	4.4

**Fuente:** Elaboración propia del autor a partir de información oficial de SESMA.

A partir de 1996 se observa una tendencia clara a la disminución de las concentraciones de CO. Ello puede ser el resultado de la aplicación desde septiembre de 1992 de normas de emisión para vehículos livianos nuevos y de los desincentivos existentes para el uso de vehículos que no cumplan con esa normativa. En esa última línea de acción, especial importancia parecen cobrar la aplicación de medidas de restricción vehicular más estrictas, a partir del invierno de 1997, y el aumento de días en el cual se aplican esas restricciones producto de una gestión más preventiva en el manejo de los episodios críticos.

Ello se ha traducido en una disminución adicional de la actividad de la principal fuente de emisión de CO (vehículos sin convertidor catalítico) durante parte importante de los días del invierno, y en particular en aquellos días de peor dispersión de contaminantes. Los factores anteriores han traído menores emisiones de los autos sin convertidor catalítico, ya sea por la vía de la renovación del parque de vehículos, o por el menor uso de los vehículos antiguos.

En el cuadro siguiente, se observa un creciente número de días sobre norma de ozono en todas las estaciones, aunque los valores máximos no muestran similar comportamiento en la estación más crítica. A partir de 1995, la tendencia promedio de las concentraciones de ozono parece ser al alza, estimándose una pendiente de crecimiento de 5% anual, en cambio los máximos horarios muestran estabilidad en el tiempo.

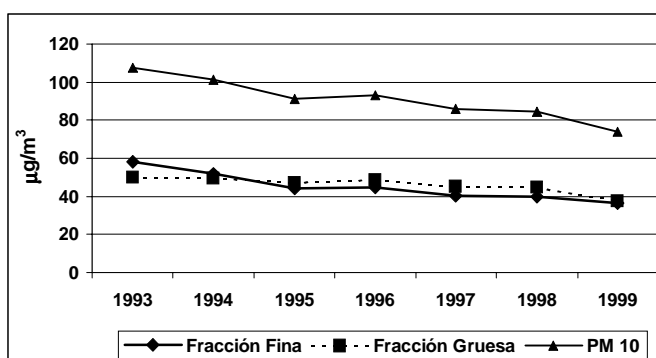
Las razones de esta diferencia de comportamiento entre promedios y máximos no están del todo claras. De hecho, no se puede concluir con la información que se dispone que las concentraciones de ozono están aumentando en la ciudad o en la región. Si la tendencia a disminuir las emisiones vehiculares es generalizada, como se observa en el comportamiento del CO, es probable que en lugares más alejados del tráfico vehicular los promedios de ozono puedan inclusive estar disminuyendo, debido a una menor emisión de precursores.

Además, las principales medidas de control de compuestos orgánicos volátiles (precursor de ozono) contempladas en el Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA) aún no entran en su fase operativa.

Probablemente, uno de los principales logros en la descontaminación de la ciudad de Santiago sea la evolución de las concentraciones del material particulado respirable, en especial de la fracción más agresiva para la salud (PM<sub>2.5</sub>). Según se aprecia en el gráfico 4, es posible

observar una clara disminución en el PM10 a lo largo del tiempo, la que es motivada principalmente por una reducción de las concentraciones de la fracción fina de dicho contaminante sobre 35% en 6 años.

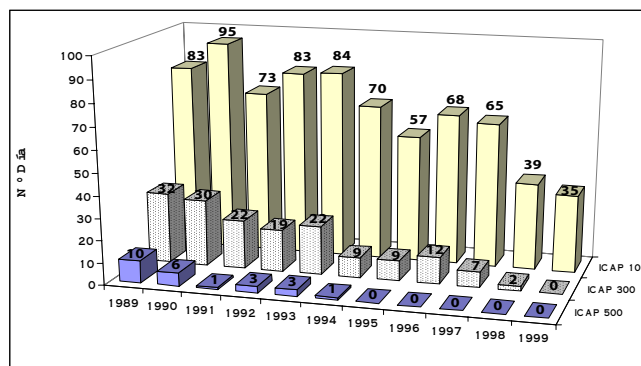
**Gráfico 4**  
**TENDENCIA DE PROMEDIOS ANUALES DE PM10**  
**Y SUS FRACCIONES FINA Y GRUESA**



**Fuente:** Elaboración propia del autor a partir de información oficial de SESMA.

Ahora bien, la tendencia a la disminución de las concentraciones se visualiza más claramente en el comportamiento de los valores extremos medidos en los últimos años. El gráfico 5 presenta la evolución entre 1989 y 1999 de las superaciones de los niveles 100, 300 y 500 del Índice de Calidad del Aire para Partículas (ICAP), equivalentes a 150, 240 y 330  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Si bien, la tendencia al descenso es clara para los tres niveles, es mucho más marcada la situación de los niveles extremos (ICAP 300 y 500) donde las superaciones en las estaciones históricas prácticamente han desaparecido.

**Gráfico 5**  
**EVOLUCION DE LA CANTIDAD DE DIAS SOBRE 100, 300 Y 500 ICAP, EN LAS**  
**ESTACIONES HISTORICAS DE LA RED MACAM-2 ENTRE 1989 Y 1999**



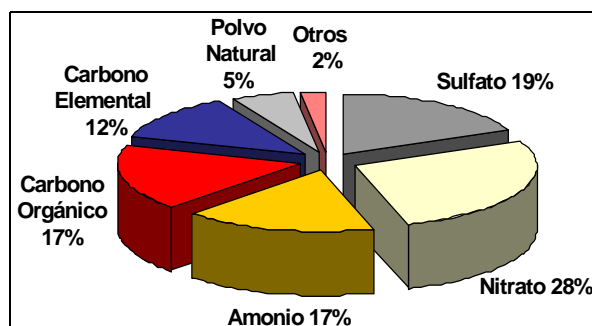
**Fuente:** Elaboración propia del autor a partir de información oficial de SESMA, obtenidos de monitor del tipo dicotómico.

## 2. Composición del material particulado respirable

El material particulado respirable está constituido de una mezcla de partículas directamente emitidas a la atmósfera y de otras formadas en el aire por la transformación química de gases precursores (partículas secundarias), encontrándose los compuestos más agresivos para la salud en una mayor proporción en la fracción fina del material particulado.

El gráfico 6 presenta una estimación de la composición promedio en la ciudad de Santiago del PM<sub>2.5</sub>, obtenida de análisis realizados entre mediados de julio y fines de agosto de 1998. Se ha encontrado que los aerosoles secundarios (sulfato, nitrato y amonio) son del orden del 60% del PM<sub>2.5</sub>, el 30% corresponde a compuestos derivados de carbono y el resto a polvo natural y otros elementos como metales.

Gráfico 6  
COMPOSICION PROMEDIO DEL PM<sub>2.5</sub> EN SANTIAGO  
JULIO-AGOSTO DE 1998



Fuente: Elaboración propia del autor.

El carbono orgánico y elemental son producto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, en los secundarios el sulfato proviene de transformaciones de emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el nitrato de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y el amonio de emisiones de amoníaco (NH<sub>3</sub>).

Si bien, las proporciones anteriores pueden variar a medida que se mejora el conocimiento de la contaminación atmosférica en Santiago, es claro, que el control de los precursores de aerosoles secundarios toma vital importancia si se pretende reducir el impacto del material particulado en la salud de los habitantes. Así mismo, el aporte del polvo natural a ese contaminante es menor del que intuitivamente se creía, no sólo en el PM<sub>2.5</sub>, sino también en el PM<sub>10</sub>, donde se estimó entre 15 a 30% para el mismo período del gráfico.

## 3. Inventario de emisiones de la región metropolitana

El inventario de emisiones que se presenta fue desarrollado haciendo uso de la mejor información disponible para cada tipo de fuente. Las fuentes estacionarias son tratadas en dos grupos: puntuales y de área, correspondiendo, respectivamente, uno al sector industrial y el otro a una gran diversidad de fuentes, algunas de ellas no consideradas en otros inventarios. Por su parte,

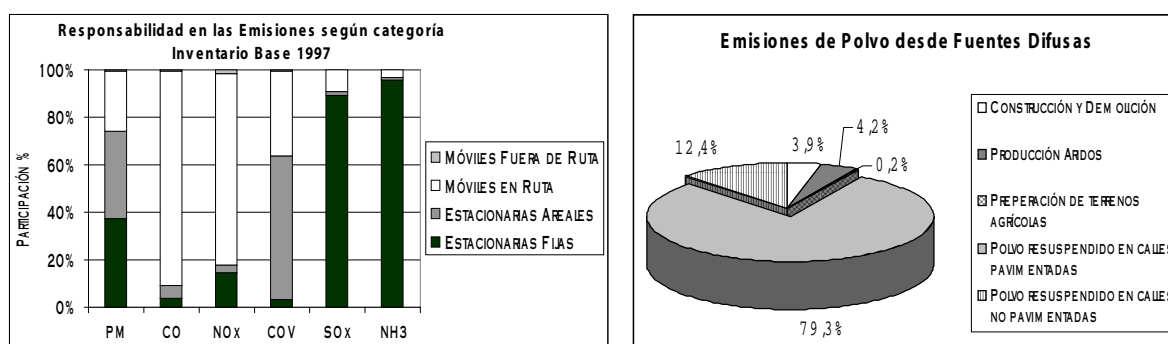
las fuentes móviles se dividen en ruta, la flota vehicular, y fuera de ruta, o maquinaria pesada, aeronaves, etc., no estimadas con anterioridad.

Esta versión del inventario da énfasis en mejorar la estimación de emisiones de  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  y COV y en generar un primer inventario de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), para explicar mejor la formación del  $\text{PM}_{10}$  secundario. Junto a ello, debido al menor impacto que tienen las emisiones de polvo natural en las concentraciones en el aire de  $\text{PM}_{10}$ , se analizan por separado para no distorsionar la evaluación de responsabilidades de las distintas fuentes.

El gráfico 7 tiene el inventario agregado en pocas categorías para facilitar la comprensión. Como se observa las fuentes estacionarias representan el 75% de las emisiones directas de  $\text{PM}_{10}$ , siendo la mitad de ellas provenientes de fuentes industriales. Por su parte, las fuentes móviles aparecen como responsables de las emisiones de CO (90%) y dentro de éstas, los vehículos gasolineros concentran el 96% de las emisiones. También las fuentes móviles son responsables de la mayor parte de las emisiones (82%) de  $\text{NO}_x$  (precursor de  $\text{PM}_{10}$  y ozono), aunque ahora son los vehículos diesel los de mayor contribución en la categoría (60%).

**Gráfico 7**

**INVENTARIO PROPORCIONAL 1997 DE  $\text{PM}_{10}$ , CO,  $\text{NO}_x$ , COVS,  $\text{SO}_x$  Y  $\text{NH}_3$**   
**EN CATEGORÍAS DE FUENTES AGREGADAS. SE PRESENTA EN FORMA**  
**SEPARADA EL INVENTARIO DE EMISIONES DE POLVO NATURAL**



**Fuente:** Actualización del inventario de emisiones de la RM. CENMA, diciembre de 1999.

Las emisiones mayoritarias de los otros precursores de ozono, los COVs, provienen de fuentes estacionarias (64% del total), aunque pueden ser mayores dada la subestimación causada por falta de información del consumo de solventes y pinturas en el sector industrial. Las fuentes areales concentran las emisiones de fuentes estacionarias, destacando las emisiones residenciales de uso de pinturas y solventes. Además, las fugas de gas licuado constituyen un componente importante de las emisiones de COVs, principalmente en el sector residencial. Esto otorga una importancia relevante al desarrollo de políticas de control para esos tipos de fuentes.

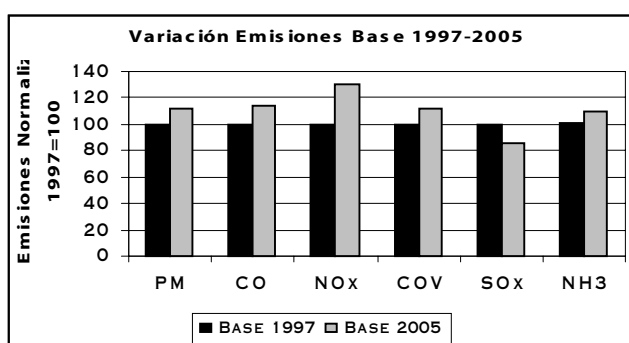
Las emisiones de COVs desde fuentes móviles están concentradas en los vehículos gasolineros. Por su parte, el 91% de las emisiones de  $\text{SO}_x$  son producidas por fuentes industriales de combustión, por el uso de combustibles con un alto contenido de azufre. A 1999, ello había cambiado notoriamente con la transformación a gas natural de la mayoría de estas fuentes, lo que también ha acarreado una importante reducción de las emisiones de  $\text{PM}_{10}$ .

Es claro que la mayor parte de las emisiones polvo provienen del tráfico por calles pavimentadas (79%). No obstante lo anterior, existe una gran cantidad de factores que influyen en

la cantidad de polvo en las calles que es resuspendido, calles sin pavimentar, por ejemplo, son una fuente importante (12.4%) y otras actividades como construcción, demolición y producción de áridos.

El gráfico 8 muestra las variaciones estimadas en los niveles de emisión para la situación base 1997-2005, es decir, si no se implementarán las medidas contempladas en el PPDA. Se observa un aumento de todas las emisiones, excepto de los óxidos de azufre que disminuirían en un 14%. El material particulado, CO y COVs crecen entre el 10% y 15% en el período 1997-2005. Los óxidos de nitrógeno por su parte presentan un aumento preocupante del orden del 30%.

**Gráfico 8**  
**INVENTARIO DE EMISIONES 1997 Y PROYECTADO A 2005,**  
**SIN MEDIDAS DEL PPDA APLICADAS**



**Fuente:** Actualización del inventario de emisiones de la RM. CENMA, diciembre de 1999.

Además, el inventario 2005 proyectado no muestra grandes diferencias en la participación de los diferentes sectores. Las mayores variaciones las podemos encontrar en categorías como fuentes móviles en ruta, donde aumenta la participación de los vehículos catalíticos en las emisiones, básicamente por el reemplazo de vehículos convencionales.

#### 4. Algunos lineamientos para la descontaminación atmosférica de la región metropolitana

Producto de las políticas de control implementadas, la evolución de la calidad del aire en la ciudad de Santiago muestra una importante mejoría en la última década para la totalidad de los contaminantes normados en Chile, con la excepción de ozono. De ellos, el monóxido de carbono muestra la principal disminución, con una reducción desde 60 días sobre norma en 1995 a 22 días durante 1998.

Una situación parecida ocurre con el material particulado respirable. En aquellas estaciones en que es factible hacer comparaciones de largo plazo,<sup>19</sup> los días sobre norma han disminuido de 57 a 35 entre 1995 y 1999. Por su parte, los días sobre el nivel 300 (ICAP) que define situaciones de preemergencia ambiental, han disminuido de 9 a 0 en las mismas estaciones e igual período.

<sup>19</sup> Las estaciones Providencia, La Paz, Parque O'Higgins y Las Condes cuentan con información previa a 1997, fecha de ampliación de la red de monitoreo.

Ello constituye un gran avance, pues es el PM10 el contaminante que alcanza en Santiago los niveles más agresivos para la salud de la población, siendo el único por el cual se han declarado situaciones de emergencia en la ciudad. Esta importante mejoría se ha producido mayoritariamente en la fracción más agresiva para la salud (fracción fina, MP2.5), donde la concentración promedio anual ha disminuido sobre 35% entre 1993 y 1999.

Sin bien, las mejoras en la calidad de los combustibles y la transformación industrial a gas natural han significado disminuciones relevantes en las emisiones de dióxido de azufre, aún se observan aisladamente algunas concentraciones elevadas, probablemente asociadas a fuentes locales.

Además, los mejores conocimientos adquiridos en los últimos años respecto de la contaminación por PM10 que afecta a la Región Metropolitana, confirman la experiencia internacional respecto de la importante participación que tiene el material particulado secundario, especialmente en su fracción fina (sobre el 50%). La componente secundaria del PM10, al igual que lo que ocurre con ozono, no se emite directamente desde las fuentes, sino que es el resultado de reacciones químicas producidas en la atmósfera de otros contaminantes, sus precursores.

Ello obliga a profundizar las medidas de reducción de emisiones de los precursores de PM10, donde se encuentran los óxidos de azufre junto a óxidos de nitrógeno, algunos compuestos orgánicos volátiles y amoníaco. Este último compuesto no ha sido materia de políticas de control en los planes de descontaminación previos. Sin perjuicio de ello, no se debe descuidar la disminución de las emisiones directas de PM10 provenientes de la combustión de combustibles fósiles, especialmente diesel, dado la elevada toxicidad de este tipo de partículas. Además, son esas mismas fuentes las que emiten los precursores de material particulado, por lo cual su control cobra una relevancia trascendental.

Por otro lado, la evaluación de la composición de las concentraciones atmosféricas del material particulado ha permitido demostrar que la participación del polvo natural en la contaminación por PM10 es mucho menos importante de lo que se creía o de lo que se podía extraer de un análisis simple del inventario de emisiones. Ello por no considerar el material particulado secundario, ni la menor permanencia media en la atmósfera del polvo fugitivo debido a las características de su emisión (a nivel de superficie y a temperatura ambiente).

Por su parte, la información disponible señala una reducción de las concentraciones de dióxido de nitrógeno a niveles tales que es probable que la Región haya subsanado su condición de latencia por ese contaminante. Sin embargo, es necesario continuar el monitoreo para una posición fundada sobre el tema.

El ozono es el contaminante más persistente en Santiago, aunque como ya se mencionó, no el más agresivo para la salud. En 1998, superó 166 días la norma, siendo mayores las concentraciones en el sector nororiente de la ciudad. Si bien las máximas concentraciones de ozono se muestran estables en los últimos años, también es cierto que las principales medidas de control de los precursores de ozono contempladas en el PPDA, aun no entran en su fase 100% operativa, por lo que su efectividad real aún no es posible de evaluar.

Sin perjuicio de ello, es necesario incorporar nuevas estrategias de control de ozono, pues de acuerdo a la experiencia internacional, son los contaminantes secundarios los más difíciles de eliminar. En este sentido, el perfeccionamiento del inventario de emisiones ha permitido identificar la importancia que tienen en la emisión de precursores de ozono el consumo domiciliario, comercial e industrial de productos que contienen compuestos orgánicos volátiles y las fugas de gas licuado, principalmente en el sector residencial. Este hecho señala la necesidad de diversificar las políticas de control contenidas en el PPDA hacia este tipo de fuentes.

Probablemente, una de las líneas de acción más efectivas para la descontaminación del aire en la Región Metropolitana, sea el control de las emisiones de vehículos a gasolina, principalmente en aquellos no provistos de convertidor catalítico, pues estas fuentes intervienen en la formación de todos los contaminantes sobre norma, ya sea mediante su emisión directa o la de sus precursores.

## Situación actual y tendencias de calidad del aire en México

---

**Víctor Gutiérrez Avedoy**<sup>20</sup>

En México se miden y norman los siguientes contaminantes atmosféricos: bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO), bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), partículas suspendidas totales (PST), partículas menores a 10 micrómetros de diámetro (PM10) y plomo (Pb). Para cada uno de estos contaminantes se cuenta con un estándar o norma de calidad del aire. Las normas de calidad del aire establecen las concentraciones máximas deseables de contaminantes en el ambiente que no debieran sobrepasarse más de una vez por año, para que pueda garantizarse que se protege adecuadamente la salud de la población, inclusive la de los grupos más susceptibles como los niños, los ancianos y las personas con enfermedades respiratorias crónicas, entre otros.

Las normas vigentes de calidad del aire fueron publicadas por la Secretaría de Salud en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 1994 y aparecen en el cuadro siguiente. Estas normas son elaboradas por la Secretaría de Salud en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SERMARNAP) y con la participación de representantes de la academia, de los sectores productivos y de grupos ambientalistas. Los

---

<sup>20</sup> Coordinador Programa CENICA. Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.



niveles o concentraciones de los contaminantes en el aire se expresan en unidades como: partes por millón (ppm), partes por billón (ppb), o micro gramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Dado que estos términos son poco familiares para la mayoría de la población, en México, al igual que en otros países, se han desarrollado índices de contaminación que son entendidos más fácilmente. En México se usa el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA), según el cual, la concentración que señala la Norma de Calidad del Aire para cada contaminante (ver a continuación) le corresponde a 100 puntos IMECA.

**Cuadro 2**  
**VALORES NORMADOS PARA LOS CONTAMINANTES**

Contaminante	VALORES LIMITE		
	EXPOSICION AGUDA		Exposición crónica
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	(Para protección de la salud de la población susceptible)
Ozono ( $\text{O}_3$ )	0.11 ppm (1 Hora)	1 vez cada 3 años	—
Bióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )	0.13 ppm (24 Horas)	1 vez al año	0.03 ppm (media aritmética anual)
Bióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )	0.21 ppm (1 Hora)	1 vez al año	—
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm (8 Horas)	1 vez al año	—
Partículas suspendidas totales (PST)	$260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 Horas)	1 vez al año	$75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media aritmética anual)
Partículas fracción respirable (PM10)	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 Horas)	1 vez al año	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media aritmética anual)
Plomo (Pb)	—	—	$1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio aritmético en 3 meses)

**Fuente:** Diario Oficial de la Federación del 3 de diciembre de 1994.

Algunas de las tendencias más recientes a nivel internacional apuntan hacia el establecimiento de estándares para la medición de partículas menores a 2.5 micrómetros de diámetro (PM2.5), como lo hizo la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos en 1997 (adoptando como estándares  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio de 24 horas y  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el promedio anual). En México, la Secretaría de Salud ha concluido el análisis de la información en la materia y es probable que próximamente emita una norma federal para PM2.5.

## 1. Estrategias desplegadas en la gestión de la calidad del aire

En la presente administración se desplegaron dos grandes líneas de trabajo que correspondieron a prioridades detectadas al inicio del período: 1) desarrollar en coordinación con las autoridades locales, programas de mejoramiento de la calidad del aire de zonas metropolitanas prioritarias y ciudades de la frontera, y 2) continuar con la normalización de las actividades productivas y los vehículos automotores para prevenir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Los Programas para mejorar la Calidad del Aire (PROAIRES) constituyen uno de los principales instrumentos desarrollados para revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire de las principales ciudades de México. Los PROAIRES incorporan medidas concretas para el

abatimiento y control de las emisiones de contaminantes y se fundamentan en la relación existente entre la emisión de los contaminantes por las fuentes que los producen y el impacto que ocasionan en la calidad del aire y en la salud de las personas.

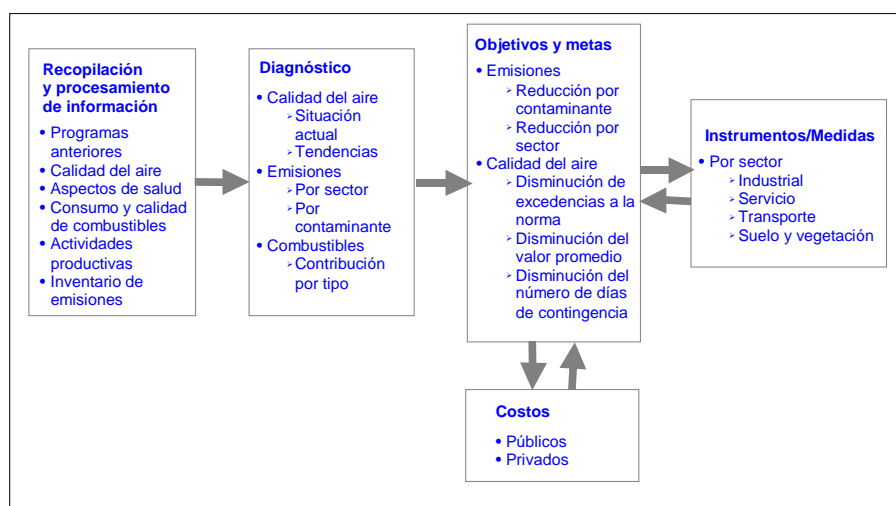
Los efectos en la salud dependen de los patrones de exposición, es decir del lugar y la forma en que se exponen las personas a los contaminantes (el hogar, el vehículo empleado para transportarse, el lugar de trabajo, etc.), y por la duración, intensidad y frecuencia en las cuales se respiran los contaminantes, una vez que se transportan y dispersan en la atmósfera; así, las dosis recibidas por las personas pueden ocurrir en períodos de tiempo pequeños o a largo plazo. Los daños a la salud representan costos económicos para la sociedad que es necesario valorar para que sean internalizados y asumidos por quienes los producen.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que las autoridades federales deben ejecutar programas de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de las fuentes de jurisdicción federal; esto es, por ejemplo, la SEMARNAP en coordinación con otras dependencias del gobierno federal es responsable de implementar programas para disminuir las emisiones de las industrias de jurisdicción federal y de los vehículos automotores nuevos en planta. Así mismo, la Ley indica que corresponde a las autoridades locales el elaborar programas para mejorar la calidad del aire en las entidades y someterlos a la SEMARNAP para su aprobación, así como instrumentar programas de verificación de las emisiones vehiculares.

Este marco jurídico permite sustentar el enfoque de coordinación de los tres niveles de gobierno para elaborar los PROAIRES, ya que si bien cada nivel de gobierno tiene sus responsabilidades claramente definidas, es necesario concurrir para establecer programas integrales con objetivos comunes y congruentes.

Gráfico 9

## ELABORACION DE UN PROGRAMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE



Fuente: Elaboración propia del autor.

La elaboración de un PROAIRE inicia por la recopilación y análisis de información para obtener un diagnóstico de la calidad del aire, y conocer y jerarquizar a las fuentes contaminantes que producen su deterioro; ello significa que para elaborar un PROAIRE es necesario contar con

suficiente información generada por una red de monitoreo y con el inventario de emisiones detallado de las fuentes fijas, fuentes móviles y fuentes naturales presentes. A partir de ello se identifican y evalúan una serie de estrategias, instrumentos y medidas, estableciéndose para cada una de ellas una ruta crítica para su aplicación, identificándose a los actores involucrados.

En el período 1995-2000, la SERMARNAP a través del Instituto Nacional de Ecología (INE) ha atendido los problemas de contaminación atmosférica en zonas urbanas elaborando, en coordinación con autoridades estatales y municipales y con la participación de los sectores académico, privado y no gubernamental de cada ciudad, PROAIRES para las ciudades de México, Monterrey, Guadalajara, Toluca, Ciudad Juárez, Mexicali y Tijuana.

Los PROAIRES incorporan una visión de mediano y largo plazo para revertir el deterioro de la calidad del aire y luego mantenerla dentro de las normas. En ellos se da particular atención a las fuentes con mayor aporte de contaminantes y se diseñan medidas de reducción factibles en su costo y con un beneficio significativo en la calidad del aire. El gráfico siguiente indica algunos tipos de medidas que se incorporan en los PROAIRES.

**Cuadro 3**  
**ESENCIA Y TIPO DE MEDIDAS DE LOS PROAIRES**

<b>Esencia de los PROAIRES</b>	<b>Visión de mediano y largo plazo Atención a fuentes de contaminación en forma costo-eficiente</b>
<b>Tipo de Medidas:</b> Transformación del transporte público Vialidad Calidad de los combustibles Ordenamiento urbano Modernización del parque vehicular	Verificación vehicular Programa de inspección y vigilancia Contingencias Educación Reforestación y pavimentación en zonas críticas

**Fuente:** Elaboración propia del autor.

## 2. La cuantificación de las emisiones: los inventarios

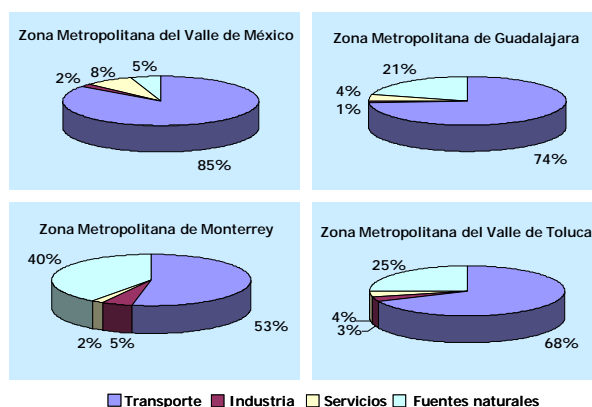
El inventario de emisiones es un instrumento estratégico de gestión ambiental, ya que permite identificar quienes son los agentes productores de contaminación y evaluar el peso específico de cada uno de los sectores en el aporte de contaminantes a la atmósfera.

En términos generales, existe una relación entre el volumen de emisión de contaminantes y la calidad del aire en una cuenca atmosférica. Sin embargo, debemos tomar en cuenta que en las grandes ciudades pueden presentarse variaciones bruscas en los niveles de contaminación de un día a otro, debido principalmente a cambios en las condiciones meteorológicas más que a cambios significativos en la emisión diaria de contaminantes.

En el caso de las principales zonas metropolitanas y ciudades del país para los que se cuenta con un inventario de emisiones, las estimaciones indican consistentemente una contribución mayoritaria de contaminación por el sector transporte y, como resultado de las particularidades de cada ciudad, una participación de la industria y los servicios que varía dependiendo de su consumo de combustibles y la intensidad de sus procesos urbano-industriales.

Gráfico 10

## INVENTARIOS DE EMISIONES DE ZONAS METROPOLITANAS



Fuente: INE/CENICA/JICA (1998) Segundo Informe sobre la calidad del aire en ciudades mexicanas, 1997. México.

En conjunto, en la ZMVM se emiten 3.1 millones de toneladas de contaminantes al año, le sigue Monterrey con casi 2 millones, Guadalajara con 1.4 millones, Ciudad Juárez con un poco más de 600 mil, Toluca con casi medio millón de toneladas anuales y Mexicali con un poco más de 400 mil toneladas. En términos relativos la participación de la industria y los servicios en la ZMVM es de 10% de las emisiones, en Monterrey y Toluca es de 7%, en Guadalajara y Ciudad Juárez de 5%. La contribución del sector transporte es en Ciudad Juárez de casi el 90%, en la ciudad de México del 85%, en Guadalajara de casi el 75%, en Toluca y Mexicali de cerca del 70% y en Monterrey de un poco más de 50%.

Cuadro 4

## EMISIONES EN LA ZMVM (CONTRIBUCION PORCENTUAL EN PESO), 1996

	Sector	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	No <sub>x</sub>	HC
INDUSTRIA	Generación eléctrica	0.9	0.4	<0.1	10.3	<0.1
	Química	2.3	10.2	0.1	1.8	0.8
	Mineral no metálico	6.0	9.6	<0.1	3.6	0.1
	Madera y derivados	1.2	20.2	<0.1	1.5	0.1
	Otros	7.4	23.6	0.2	6.4	1.8
TRANSPORTE	Autos particulares	1.7	9.2	34.0	27.0	12.0
	Combis, micros y taxis	0.3	3.8	16.8	12.4	6.0
	Camiones de carga	16.6	3.2	23.7	9.9	5.9
	Transporte federal	4.3	4.3	22.8	15.7	8.3
	Otros	1.5	0.8	2.2	4.9	1.1
SERVICIO	Lavado, desgrase y uso de solventes					13.2
	Distribución de gas LP					13.2
	Recubrimientos industriales/ arquitectónicos					7.5
	Combustión comercial/ industrial	0.5	14.7	<0.1	1.6	<0.1
	Otros	0.6		0.1	4.9	6.7
	Vegetación y suelo	56.7				23.3
	<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: INE/CENICA/JICA (1998) Segundo Informe sobre calidad del aire en ciudades mexicanas, 1997. México.

### 3. El monitoreo atmosférico

A principios de 1995 sólo las ciudades de México, de Guadalajara, Monterrey y Toluca realizaban mediciones continuas de la calidad del aire de manera rutinaria. Para finales del 2000, la capacidad de monitoreo se habrá incrementado de forma significativa, como se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro 5**  
**LOCALIDADES CON SISTEMAS DE MONITOREO ATMOSFÉRICO**

1995	1997	2000			
México, D.F.	México, D.F.	México, D.F.	25A	9M	10 Mx
Cd. Juárez, Chih.	Cd. Juárez, Chih.	Cd. Juárez, Chih.			3Mx
Monterrey, Nvo. León	Monterrey, Nvo. León	Monterrey, Nvo. León	5A		
Querétaro, Qro.	Querétaro, Qro.	Querétaro, Qro.		6M	
Reynosa, Tamps.	Reynosa, Tamps.	Reynosa, Tamps.		4M	
Matamoros	Matamoros	Matamoros		4M	
Laredo, Tamps.	Laredo, Tamps.	Laredo, Tamps.		2M	
Tampico, Tamps.	Tampico, Tamps.	Tampico, Tamps.			1Mx
Toluca, Edo. De México	Toluca, Edo. de México	Toluca, Edo. de Méx.	7A		
	Tijuana, B.C.	Tijuana, B.C.		2 M	4Mx
	Mexicali, B.C.	Mexicali, B.C.		2 M	4Mx
	Manzanillo, Col.	Manzanillo, Col.	3A		
	San Juan del Río, Qro.	San Juan del Río, Qro.		1M	
	Mérida, Yuc.	Mérida, Yuc.		3M	
	Guadalajara, Jal.	Guadalajara, Jal.	8A		
		Agascalientes, Ags.		2M	2Mx
		Torreón, Coah.		5M	
		Salamanca, Gto.			1Mx
		San Luís Potosí, SLP.	1A		10Mx
		Culiacán, Sin.		2M	
		Villahermosa, Tab.			1Mx
		Zacatecas, Zac.		1M	1Mx
		Hermosillo, Son.		3M	
		Durango, Dgo.		3M	
		Cananea, Son.	5A	1M	
		Nacoziari, Son.	3A	2M	

Simbología Número de estaciones de monitoreo con:

A: Equipo automático / M: Equipo manual / Mx: Equipo automático y anual

**Fuente:** INE/CENICA/JICA (1998) Segundo Informe sobre calidad del aire en ciudades mexicanas, 1997. México.

### 4. Situación actual y tendencias de calidad del aire en el país

#### Ciudad de México

En la Ciudad de México, más que en ninguna otra ciudad del país, con frecuencia la gente se pregunta si la calidad del aire ha mejorado o empeorado. Quizás por la falta de credibilidad en los programas gubernamentales, por la aplicación ocasional del plan de contingencias, por el mantenimiento del Hoy No Circula y por la evidencia cotidiana de no ver el cielo azul, existe en mucha gente la percepción de que las cosas están cada vez peor y que ninguna de las medidas y programas de control aplicadas en el pasado ha funcionado.

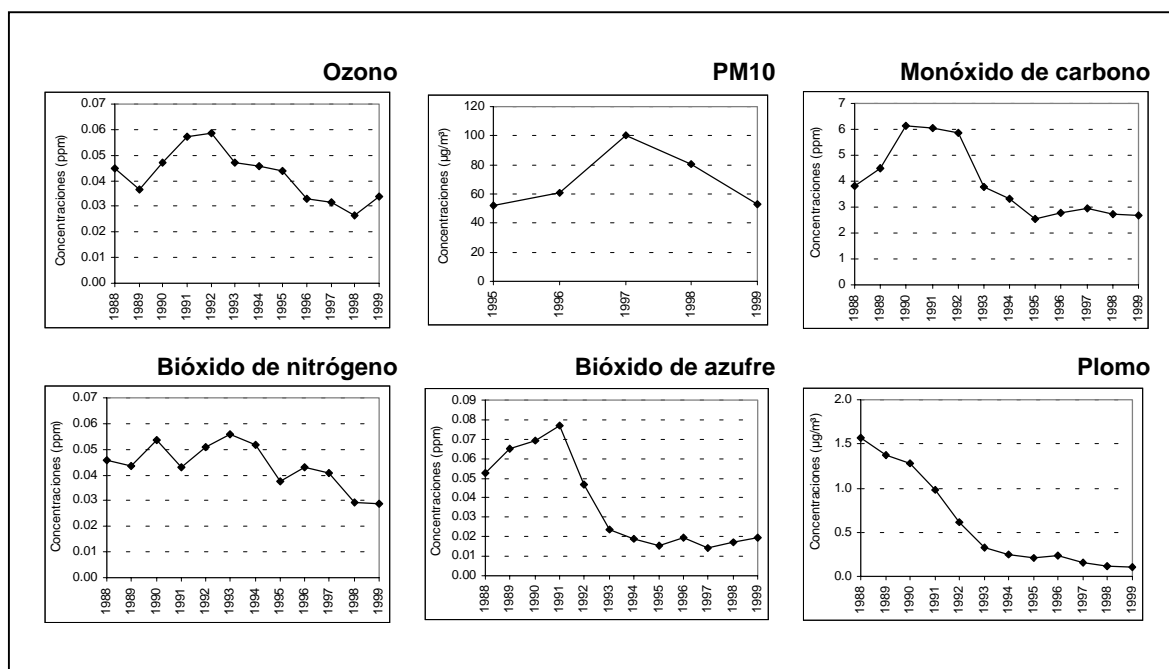
Sin embargo, se puede afirmar y demostrar que en la última década ha habido una mejoría sustancial de la calidad del aire en la Ciudad de México. Por ejemplo, aún a principios de los años

90's, los seis contaminantes que se miden en la red automática de monitoreo rebasaban con frecuencia los estándares de calidad del aire correspondientes.

Gracias fundamentalmente al mejoramiento paulatino de los combustibles (eliminación del plomo y reducción significativa del contenido de azufre en el diesel industrial y vehicular) y a la adopción de tecnologías vehiculares modernas (inyección electrónica de combustible sumado a la incorporación de los convertidores catalíticos de tres vías), hoy en día las concentraciones de bióxido de azufre y de plomo se mantienen permanentemente dentro de norma y las de monóxido de carbono sólo rebasan la norma de manera muy esporádica.

Gráfico 11

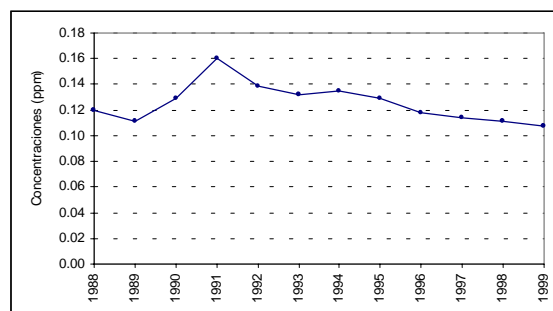
### PROMEDIO ANUAL DE DATOS HORARIOS EN LA ESTACION MERCED DE LA ZMVM, 1988-1999



Fuente: Elaboración propia del autor.

A pesar de estos avances significativos debe reconocerse que aún persiste un problema muy serio de contaminación por ozono y por PM10. En el caso del ozono, si bien se observa una clara tendencia a la disminución en el número de días en que se alcanzan valores extremos (en 1990, 1991 y 1992 se rebasaron los 250 puntos IMECA en 28, 56 y 39 días respectivamente, mientras que de 1996 a 1999 el número disminuyó a 5, 3, 3 y 2 respectivamente) y también del promedio anual de los máximos diarios (0.114, 0.111 y 0.108 ppm en 1997, 1998, y 1999, comparado con 0.129, 0.160 y 0.139 ppm en 1990, 1991 y 1992), aún se rebasa la norma en el 82% de los días del año (valor más bajo de la historia, correspondiente a 1999) y en muchos de ellos los niveles se mantienen por arriba de la norma durante varias horas consecutivas.

Gráfico 12

**PROMEDIO ANUAL DE MAXIMOS DIARIOS DE CONCENTRACIONES DE OZONO EN LA ZMVM**

**Fuente:** Elaboración propia del autor, cada promedio anual se obtuvo con los picos diarios de las estaciones de Merced, Pedregal, Xalostoc, Tlalnepantla y Cerro de la Estrella.

En lo que corresponde a las PM10 también ha habido avances significativos derivados de acciones como la restauración del antiguo lago de Texcoco, la reforestación masiva que se ha dado en algunas zonas de la periferia de la ciudad y la disminución considerable del contenido de azufre en los combustibles, con lo cual se han reducido de manera notable los niveles de sulfatos que se forman en la atmósfera. Sin embargo, la Ciudad de México aún está lejos de controlar el problema pues dependiendo de la distribución y abundancia de las lluvias la norma de este contaminante se rebasa entre un 6% y un 50 % de los días del año.

Cuadro 6

**EVOLUCION DE PM10 EN LA ZMVM, 1995-1999**

Año	N° de días con incumplimiento
1995	100
1996	182
1997	160
1998	192
1999	21

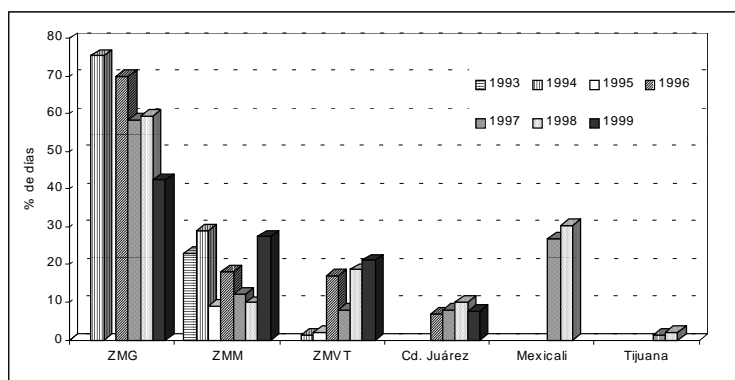
**Fuente:** INE/CENICA/JICA (1998) Segundo Informe de la calidad del aire en ciudades mexicanas-1997, México; DGGIA-INE (1999) Análisis con datos de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM.

Es importante señalar que más de la mitad de las PM10 (según datos recientes del *Desert Research Institute* y del Instituto Mexicano del Petróleo) provienen de suelos descubiertos y calles sin pavimentar, por lo que en general se trata de partículas menos tóxicas que aquellas provenientes de la combustión. Sin embargo, es de esperarse que en la Ciudad de México se presenten concentraciones relativamente altas de PM2.5 (que aún no se miden de manera rutinaria) y que entre las principales fuentes contaminantes aparezcan las emisiones de la combustión del diesel y de la gasolina, caracterizadas por su elevada toxicidad.

## Otras ciudades del país

El gráfico siguiente muestra un resumen del cumplimiento de las normas de calidad del aire en México durante el período 1993-1999, en aquellas ciudades en donde se cuenta con infraestructura permanente para su medición.

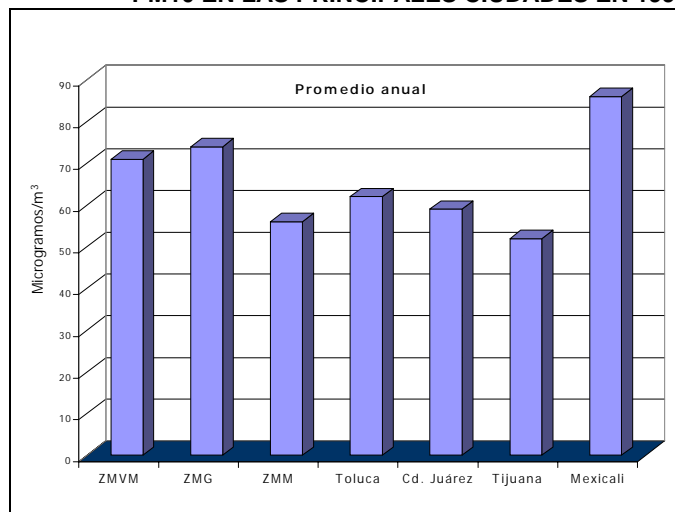
**Gráfico 13**  
**PORCENTAJE DE DIAS FUERA DE NORMA EN SEIS CIUDADES**



**Fuente:** Elaboración propia del autor.

Después de la Ciudad de México, la ciudad que presenta los mayores problemas de contaminación es la ciudad de Guadalajara (ZMG), en donde el número de violaciones a las normas de calidad del aire es mayor al 40 % de los días, y al igual que en la ZMVM, la mayoría de las violaciones son debidas al ozono y a las partículas. Una situación similar se presenta, aunque a un nivel de gravedad mucho menor, en las zonas metropolitanas de Monterrey (ZMM) y del Valle de Toluca (ZMVT), y en Mexicali.

**Gráfico 14**  
**PM10 EN LAS PRINCIPALES CIUDADES EN 1998**



**Fuente:** INE/CENICA/JICA (1998) Segundo Informe de la calidad del aire en ciudades mexicanas-1997, México; DGGIA-INE (1999) Análisis con datos de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVM (Norma anual: 50 µg/m³)



## 5. La identificación y selección de medidas

**Cuadro 7**

**ALGUNAS ACCIONES APLICABLES A DIFERENTES SECTORES PARA  
DISMINUIR LAS EMISIONES A LA ATMOSFERA**

SECTOR	INSTRUMENTO/ACCION/PROYECTO
INDUSTRIA Y SERVICIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveles de emisión más estrictos (NOM-085)</li> <li>• Nueva normatividad (NOM-121, 123)</li> <li>• Programas de autorregulación</li> <li>• Programas de contingencia</li> <li>• Equipos de control para fuentes prioritarias</li> <li>• Equipo de control para fuentes prioritarias</li> <li>• Mejoramiento de combustibles (NOM-086)</li> <li>• Instrumentos económicos</li> <li>• Inspección y vigilancia de fuentes</li> </ul>
TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de restricción vehicular</li> <li>• Niveles de emisión más estrictos (NOM-042)</li> <li>• Mejoramiento y modernización de la verificación vehicular (NOM-041,047)</li> <li>• Mejoramiento de combustibles (NOM-086)</li> <li>• Renovación del parque vehicular</li> <li>• Oferta de transporte público, seguro y eficiente</li> </ul>
RECUPERACIÓN ECOLÓGICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de áreas desprovistas de vegetación</li> <li>• Programa de pavimentación</li> <li>• Reforestación urbana y rural</li> </ul>

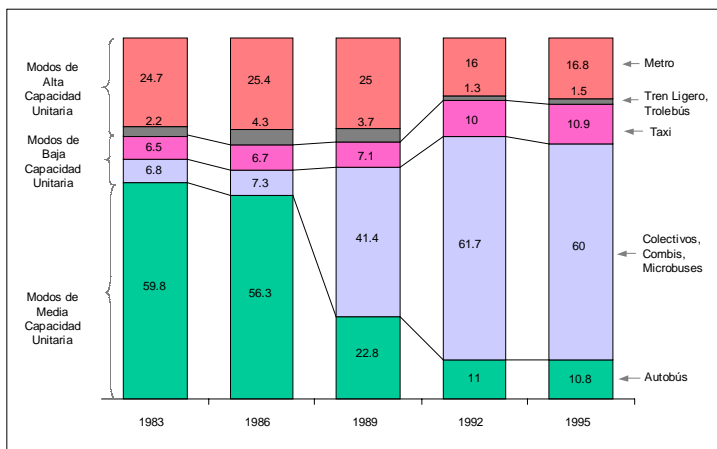
**Fuente:** Elaboración propia del autor.

Para cada una de las medidas se evalúa la reducción potencial de contaminantes, el costo involucrado en su aplicación y los tiempos requeridos para su ejecución; así mismo se identifica a la autoridad o responsable de su ejecución y se establecen las coordinaciones necesarias, llevándose a cabo las negociaciones y acuerdos de las medidas más importantes. La selección de medidas también requiere de un análisis de viabilidad política y de aceptación social.

## 6. El impacto del transporte

Mezcla modal del transporte público. Una primera tendencia negativa que observamos en zonas urbanas como la Ciudad de México es la disminución del peso relativo de los medios de transporte más sustentables y eficientes como el Metro y los trolebuses, para dar paso al creciente uso del automóvil privado y vehículos de transporte público de menor capacidad y que generan mayor contaminación como los microbuses y los taxis. El gráfico siguiente muestra esta tendencia negativa del transporte público desde 1983 hasta 1995.

**Gráfico 15**  
**MEZCLA MODAL DEL TRANSPORTE PUBLICO EN LA ZMVM**



Fuente: 1983-1988.CGT y COVITUR, DDF; 1989-1995.

## 7. Las normas y otros instrumentos regulatorios

La SERMARNAP emite una serie de Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) que regulan las emisiones de contaminantes provenientes de las fuentes fijas y las fuentes móviles; dichas normas están dirigidas a restringir a ciertos niveles las emisiones de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas, compuestos orgánicos volátiles y el monóxido de carbono. También establece la normatividad de la calidad ecológica de los combustibles en general y los requerimientos técnicos de los métodos empleados para medir los contaminantes más comunes en el aire. El proceso de elaboración y establecimiento de estas NOMs se sujeta a lo establecido por la Ley Federal de Metrología y Normalización, en particular su proceso de elaboración debe pasar por una serie evaluaciones y sanciones por parte de los sectores afectados por su aplicación y por los sectores sociales y los tres órdenes de gobierno.

**Cuadro 8**  
**NORMATIVA FEDERAL PARA LA CALIDAD DEL AIRE**

NÚMERO DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES	
Industria	13
Vehículos	10
Sistema de monitoreo	5
Combustibles	1
CONTAMINANTES NORMADOS	
Compuestos de azufre	6 normas
Óxidos de nitrógeno	6 normas
Partículas suspendidas	8 normas
Compuestos orgánicos volátiles	10 normas
Monóxido de carbono	6 normas

Fuente: Dirección General de Gestión e Información Ambiental, INE.

Actualmente se cuenta con 14 normas que regulan las emisiones de las fuentes fijas, de las cuales la mitad son normas que fueron actualizadas, o de nueva creación, a partir de 1995.

**Cuadro 9**

**NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA RAMAS INDUSTRIALES ESPECIFICAS**

Producción de ácido sulfúrico (compuestos de azufre)	NOM 039-ECOL-1993
Fabricación de cemento (partículas sólidas)	NOM 046-ECOL-1993
Producción de ácido dodecibencensulfúrico (compuesto de azufre)	NOM 046-ECOL-1993
Separación de agua-aceite en refinerías (compuestos orgánicos volátiles)	NOM 075-ECOL-1995
Fabricación de celulosa (compuestos de azufre)	NOM 115-ECOL-1996
Recubrimiento de carrocerías nuevas (compuestos orgánicos volátiles)	NOM 121-ECOL-1997

**Fuente:** Dirección General de Gestión e Información Ambiental, INE.

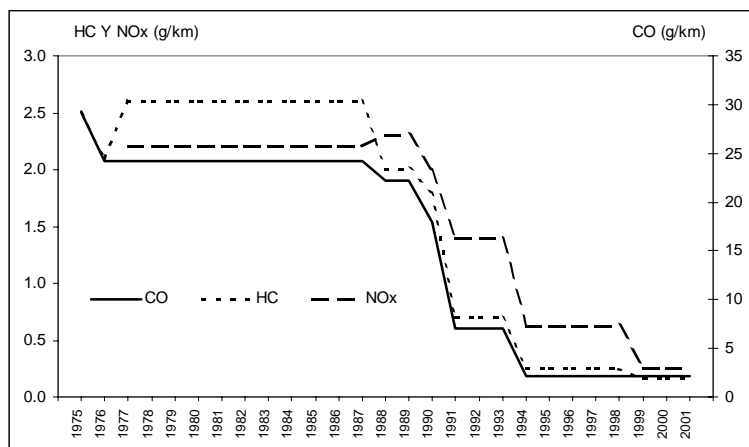
Como complemento a la normatividad para la industria, en la presente administración se creó el Sistema Integrado de Regulación y Gestión Ambiental de la Industria (SIRG), el cual representa un esquema de regulación eficiente, con elementos de coordinación e integración de criterios multimedios buscando un alto grado de simplificación administrativa. El SIRG se compone por una parte de elementos obligatorios (las normas, la Licencia Ambiental Única y la Cédula de Operación Anual), y por otra de componentes voluntarios (como las auditorías ambientales, los sistemas de gestión ambiental, los convenios voluntarios, los programas de responsabilidad integral, ISO 14.001 y EMAS), de información (Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, RECT), e instrumentos económicos como el Arancel Cero y la depreciación acelerada de equipos con aplicaciones ambientales.

En el caso de los vehículos automotores, se elaboran NOMs para unidades nuevas y para vehículos en circulación. Las primeras se aplican y verifican a los vehículos nuevos en las plantas de fabricación y las segundas son las que se emplean en los centros de verificación vehicular.

Los límites de emisión establecidos en las normas para los vehículos nuevos han venido haciéndose más estrictos acercándose cada vez más a los estándares internacionales; esto ha sido posible por una parte debido a que PEMEX ha tenido avances sustanciales en la calidad de los combustibles vehiculares que oferta y por otra a que las armadoras y fabricantes de los vehículos han venido incorporando sistemas y dispositivos de control de emisiones disponibles desde hace años en los países más avanzados en tecnologías de control de emisiones vehiculares.

A pesar de ello es necesario mencionar que todavía queda un trecho por avanzar en este sentido, ya que la problemática de calidad del aire, por lo menos en la capital de la República y potencialmente en otras zonas metropolitanas en rápida expansión, requieren de la introducción de vehículos muy limpios para mejorar su calidad del aire; esto a su vez estará condicionado a una mejora adicional de los combustibles vehiculares (gasolina con contenido bajo de azufre, 30 ppm).

**Gráfico 16**  
**NORMAS DE EMISION PARA VEHICULOS NUEVOS EN PLANTA EN MEXICO**



Fuente: Dirección General de Gestión e Información Ambiental, INE.

**Cuadro 10**  
**NORMATIVA ESTADOS UNIDOS-MÉXICO**

Emisiones en el escape (g/km)			
	HC	CO	NO <sub>x</sub>
Límites de emisión federales de los EUA (80,000 km)			
1972	2.20	24.2	NR
1975	0.94	15.0	1.94
1978	0.94	15.0	1.25
<b>1981</b>	<b>0.25</b>	<b>2.1</b>	<b>0.62</b>
<b>1994</b>	<b>0.16</b>	<b>2.1</b>	<b>0.25</b>
Límites de emisión mexicanos en vehículos nuevos			
1975	2.5	29.2	NR
1976	2.1	24.2	NR
1977	2.6	24.2	2.2
1988	2.0	22.2	2.3
1990	1.8	18.0	2.0
1991	0.7	7.0	1.4
<b>1994</b>	<b>0.25</b>	<b>2.1</b>	<b>0.62</b>
<b>2001</b>	<b>0.16</b>	<b>2.1</b>	<b>0.25</b>

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1996; Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1999.

Con respecto a las normas de emisión para los vehículos en circulación que son las que aplican en la verificación vehicular, los límites establecidos también se han hecho más estrictos, en particular los que aplican en la ciudad de México a los vehículos de uso intensivo como los taxis, combis y microbuses; estos límites corresponden a los que voluntariamente deben cumplir los autos particulares para quedar exentos de la restricción vehicular durante una contingencia ambiental.

Cuadro 11

**MAYOR RIGOR EN LAS NUEVAS NORMAS DE EMISION PARA VEHICULOS  
EN CIRCULACION EN LA ZMVM**

<b>TAXIS, COLECTIVOS Y MICROBUSES</b>		<b>Hidrocarburos (ppm)</b>	<b>Monóxido de carbono (% vol)</b>
<b>Norma anterior</b>		<b>200</b>	<b>2.0</b>
Norma vigente		100	1.0
<b>VEHICULOS PARTICULARES</b>	<b>Año modelo del Vehículo</b>	<b>Hidrocarburos (ppm)</b>	<b>Monóxido de carbono (% vol)</b>
Norma anterior	1985 y anteriores	350	3..5
	1986-1990	300	3.0
	1991 y posteriores	200	2.0
Norma vigente	1990 y anteriores	300	3.0
	1991 y posteriores	200	2.0

**Fuente:** Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1996-1999.

Actualmente se cuenta con 12 normas para las fuentes móviles, de la cuales 5 fueron actualizadas o elaboradas a partir de 1995.

Los PROAIRES han incorporado esquemas complementarios de participación, sobre todo del sector industrial, como son las auditorías ambientales, los convenios de autorregulación y en general todas aquellas prácticas que van más allá del cumplimiento de las normas obligatorias. En el caso de los vehículos, los programas de restricción vehicular durante las contingencias ambientales han servido como estrategias para propiciar la renovación del parque vehicular, al incentivar su exención cuando los vehículos son menos contaminantes. Así mismo, el nuevo Programa de Contingencias Ambientales contempla mecanismos voluntarios para que las empresas que consuman combustibles limpios, posean o instalen equipos eficientes de combustión y de control de emisiones o que lleven a cabo programas de prevención de la contaminación, puedan quedar exentas de participar en caso de contingencia.

Aunque en México se han aplicado instrumentos económicos en las políticas de la calidad del aire, por ejemplo se establecieron incentivos fiscales con arancel cero para la importación de equipos de control de la contaminación, se ha privilegiado el uso de combustibles más limpios a través de una diferenciación en los precios y se ha subsidiado el costo del pasaje del Metro, estos representan aún un campo prometedor en México. Actualmente se llevan a cabo estudios para incorporar instrumentos económicos en el nuevo PROAIRE de la ZMVM; entre los instrumentos en estudio se encuentran los impuestos o sobrepagos a los combustibles vehiculares, el costo de la tenencia vehicular asociada al volumen de emisiones de los vehículos, la reconversión de procesos industriales por medio de la autorregulación y la recaudación de fondos para financiar proyectos ambientales.

## **8. Perspectivas de la gestión de la calidad del aire**

Sin duda alguna, para llevar a cabo una adecuada gestión de la calidad del aire en las cuencas atmosféricas del país será necesario enfrentar algunos retos fundamentales:

1. Lograr la integración de las políticas de transporte, energía, desarrollo urbano y medio ambiente.

2. Consolidar el monitoreo de la calidad del aire en las ciudades y en las entidades federativas.
3. Investigar y evaluar los niveles de exposición a la contaminación y las afectaciones a la salud de la población.
4. Lograr el reconocimiento social de los costos de la contaminación del aire y de las acciones necesarias para limpiarlo, en particular en lo referente a la modernización del transporte público y del parque vehicular particular, y especialmente en el mejoramiento de la calidad de los combustibles.
5. Garantizar el cumplimiento efectivo de la normatividad en la industria y el transporte.

Con estos elementos las autoridades y la sociedad en su conjunto contarán con el marco y la información necesarios para la toma de decisiones que los lleve a mejorar y conservar un aire limpio en sus comunidades.

## **Tema II**

### **Gestión de residuos**

---





## **Gestión ambientalmente adecuada de residuos urbanos en América Latina: un enfoque de política integral**

---

**Guillermo Acuña**<sup>21</sup>

### **1. Problemas ambientales: enfoque multidisciplinario**

Un requisito imprescindible cuando se abordan los problemas ambientales es que deben ser enfocados desde una perspectiva multidisciplinaria. Esto es conocido y aceptado, pero no siempre se entiende que este enfoque deba incluir también un enfoque de política. Los problemas ambientales son problemas que conciernen a muchas ciencias —tanto naturales como sociales— pero a la vez son problemas de la sociedad y en tanto tal, involucran decisiones políticas controvertidas y complejas.

La CEPAL ha desarrollado, desde la segunda mitad de los años ochenta, diferentes propuestas en esta dirección, que apuntan a un desarrollo ambientalmente sostenible, en el marco de una transformación productiva con equidad social.

---

<sup>21</sup> El presente artículo ha sido preparado por el señor Guillermo Acuña, Asesor Legal en Asuntos Ambientales de la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos de la CEPAL, con base en el libro “Gestión Ambientalmente adecuada de residuos sólidos: un enfoque de política integral” (Doc. CEPAL/GTZ, N° L.1095, diciembre 1997), del cual es co-autor y coordinador de su publicación.

## **2. El problema de los residuos: necesidad de un enfoque integral**

Los problemas asociados a la generación, manejo y eliminación final de los residuos, tanto urbanos como industriales, son problemas ambientales que se inscriben en el contexto mayor que hemos señalado arriba. En efecto, la experiencia de trabajo de la CEPAL ha mostrado que el enfoque y el tratamiento habitual del problema de los residuos en América Latina suele ser parcial y unilateral, y no asume todas las dimensiones que están presentes.

El punto de partida del trabajo que la CEPAL encaró en torno al tema de la gestión de residuos urbanos e industriales fue detectar que existían muchos y múltiples problemas de mala gestión y falta de control, pero que sin embargo existían las tecnologías, el conocimiento y la experiencia internacional, y a veces nacional, para hacer bien las cosas.

Este proyecto se desarrolló durante los años noventa, con el apoyo financiero y técnico de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), con el objetivo de cooperar y ayudar a los países de la región a incorporar la política de gestión adecuada de los residuos en las políticas sectoriales, industrial y económica, y además en las políticas urbanas. CEPAL estaba trabajando en problemas medulares de la ciudad y de la industria y los resultados deberían tocar las políticas que concernieran a estos dos sectores o ámbitos de la actividad social y económica. Era un objetivo ambicioso, que no se pretendía resolver completamente, pero sí dar pasos sustantivos en esa dirección.

El diagnóstico inicial indicó la necesidad de desarrollar un marco conceptual amplio de una política integral de residuos, la que incluyera las principales variables en juego y que asumiera el enfoque holístico, sistémico y multidisciplinario que se requería. La existencia y gestión de los residuos a lo largo de todo su ciclo de vida plantea problemas de muy diversa índole, y una política para tratarlos adecuadamente debe abordar al menos los principales.

Lo primero fue definir lo que se denomina “política integral de gestión ambientalmente adecuada de residuos”, la cual parte de un enfoque interdisciplinario, con énfasis en la política, abordando diversos aspectos relevantes para resolver los problemas de residuos, propios de las ciudades modernas. Estos aspectos son políticos, legales, institucionales, técnicos, económicos, instrumentales, de ordenamiento territorial y espacial, así como los relativos a la sensibilización y educación de la población.

## **3. Algunos requerimientos de la política integral de gestión de residuos**

El enfoque integral debe cumplir con una serie de requerimientos que se derivan del conocimiento empírico de los casos analizados y de los estudios teóricos y de los manuales de gestión de residuos donde se abordan estas materias. Entre ellos, se deben satisfacer al menos los siguientes:

- permitir abordar el tema de la prioridad política y el lugar que el tema de los residuos tiene, o debe tener, en la agenda política de los gobiernos nacionales y locales;
- permitir a los gobiernos explicitar y articular los intereses de los diversos actores en juego;
- explicitar y articular las relaciones y las diversas funciones al interior del aparato de gobierno, y con ello permitir un diseño institucional de gestión más eficiente;

- permitir abordar y resolver los problemas de dispersión legal y de las lagunas legislativas, normativas y reglamentarias;
- explicitar la necesidad de abordar los problemas de la débil o insuficiente fiscalización y control público de normativa muchas veces existente;
- conducir a un análisis que incluya los componentes, causas, efectos y relaciones económicas propias de la problemática de los residuos en el diseño de políticas y en la toma de decisiones;
- vincular la gestión de los residuos a su proceso de generación, esto es, una política que tenga un carácter preventivo más que curativo;
- asumir la necesidad de desarrollar instrumentos nuevos de política, más eficientes y eficaces, para conseguir sus objetivos;
- vincular el tema de los residuos a los estilos de vida y a los patrones de consumo, esto es, asumir los alcances de más largo plazo de la política;
- incorporar las necesidades de sensibilización, información y educación de la comunidad y de algunos actores específicos con responsabilidades en la generación o en otras fases del ciclo de vida de los residuos.

La tarea consistió, entonces, en formular un marco conceptual que abarcara estas diversas materias, sus actores y relaciones, uniéndolos en una propuesta sistemática que apuntara a resolver los problemas ocasionados por una inadecuada política de residuos o por la falta de ella.

## **4. La política integral de gestión de residuos**

### **a) Aspectos políticos**

Los principales actores de la política de residuos son el gobierno, los empresarios y la población, siendo esta última la más determinante ya que sus exigencias de mejor calidad de vida han movilizado en todas partes el tema ambiental. La apertura de canales de participación y la estructura democrática de la sociedad contribuyen fuertemente a posicionar mejor la temática ambiental y obligan a los gobiernos y empresarios a tomar medidas de solución a los problemas. La experiencia en nuestra región ha demostrado que allí donde se ha carecido de estos mecanismos democráticos, los problemas ambientales se acumularon sin solución.

La política es fruto de negociación y de procesos de articulación y concertación de actores. Las normas tienen efectos económicos en los costos de operación de las empresas, requieren inversiones, y los empresarios suelen verlas como una carga para las empresas. En los países desarrollados, las normas ambientales suelen ser producto de un amplio sistema de consultas, estudios y discusiones, lo cual ayuda no sólo a una generación democrática de la norma sino también a desarrollar una mayor voluntad de cumplimiento por parte de los empresarios. La sociedad civil tiene allí oportunidad de hacer ver sus puntos de vista y plantear sus exigencias. Es esencial que la autoridad y los mismos contaminadores reciban y procesen las demandas de los grupos potencialmente afectados.

Existen también intereses económicos y de desarrollo ligados al cumplimiento de las normas y al marco regulador más exigente. No sólo parece ser cierto que la ciencia, la técnica y la industria de tecnologías limpias se desarrollan mejor en países más exigentes ambientalmente –generando ventajas comparativas y potenciales exportables–, sino también se generan ventajas competitivas debido a que los mercados de consumidores son cada vez más exigentes en términos de la calidad

ambiental del producto. Por ello no siempre los empresarios deben ver las normas como una carga. También se sabe que en muchas áreas las tecnologías ambientalmente más adecuadas están asociadas a mayores rendimientos, productividad, oportunidades y rentabilidad.

La participación de la comunidad y de los organismos de la sociedad civil es también muy débil en los países de la región, aunque muy necesaria, no sólo para la defensa del patrimonio natural y la calidad de vida, sino que también asegura una función pública más eficiente, menos costosa, a la vez que menos arbitraria y menos burocrática.

## **b) Aspectos tecnológicos: minimización de residuos**

Un asunto interesante a tener en cuenta en este punto tiene que ver con la evolución de la política industrial y tecnológica para enfrentar los problemas de la contaminación. La perspectiva que fue inicialmente externa a los procesos de la empresa, luego fue variando hacia el cuestionamiento de los procedimientos y tecnologías utilizadas, con vistas a obtener, a la larga, tecnologías y procesos menos o cero contaminantes.

Durante los años '60, se planteó un enfoque de ingeniería sanitaria: si había emisiones contaminantes se proponía instalar filtros, o tratar los efluentes o depositar los residuos generados sin cuestionar su volumen o si eran más o menos peligrosos.

Posteriormente, el enfoque se orientó a la reutilización y reciclaje de los residuos generados, para a partir de los '80 evolucionar hasta la actualidad hacia el objetivo de la prevención y la minimización de los residuos generados por los procesos industriales. Ya no se miran los procesos productivos desde fuera sino que interesa qué se produce, cómo y con qué insumos se produce y qué residuos se generan. Se busca minimizar la generación de residuos y mejorar todos los procesos y procedimientos, la tecnología y la gestión. Esta tendencia evoluciona actualmente hacia un objetivo de largo plazo, que es llegar a niveles de cero contaminación.

Los países de América Latina padecen dependencia tecnológica importante, también en tecnologías ambientalmente apropiadas. Quizás en las primeras etapas la región no sea tan dependiente (equipos básicos); sin embargo, las mejores tecnologías, las llamadas tecnologías limpias, continúan siendo producidas por los países desarrollados.

La CEPAL ha planteado, para todo el proceso de transformación productiva que se requiere para una inserción internacional exitosa y que incluye a las tecnologías menos contaminantes, el desarrollo de núcleos endógenos de ciencia y tecnología en nuestros países para mejorar la capacidad de respuesta ante los desafíos comerciales y ambientales que se vislumbran.

La política de transformación industrial se empalma así con la política ambiental y de minimización en la generación de residuos. Se relacionan también con la competitividad de las economías de la región y con la eficiencia de empresas y equipos regionales en mercados internacionales cada vez más exigentes.

## **c) La exigencia de un marco ambiental regulador**

El aspecto legal es uno de los componentes prioritarios de la política. Una vez definidos los objetivos y estrategias para el control y la gestión ambientalmente adecuada de los residuos, la autoridad política debe establecer un marco regulador, con leyes, reglamentos y normas que regulen, por una parte, el comportamiento de los agentes económicos y de la población y, por el otro, las actividades de control y fiscalizadoras de las instituciones públicas con alguna responsabilidad en esta materia.

Para establecer este marco regulador, la política pone en juego principios de gestión ambiental y de desarrollo sostenible ampliamente difundidos y reconocidos, aplicados a la materia

residuos, los cuales orientan a los entes públicos y privados hacia los objetivos deseados y sirven de marco conceptual a leyes y reglamentos. Ellos son: el principio de sostenibilidad ambiental; el principio de “el que contamina, paga”; el principio de precaución; el principio de responsabilidad de la cuna a la tumba; el principio de menor costo de disposición; el principio de reducción en la fuente y el principio de uso de la mejor tecnología disponible.

El marco regulador ambiental y de residuos implica en general costos adicionales a las empresas, costos que debe pagar en último término el consumidor. Existe la necesidad de adecuar la política de normas y estándares a las posibilidades nacionales, al estado de la tecnología, al tipo de parque industrial del país, a los niveles de concentración y saturación de los recursos suelo, aire y agua. Debido a ello las exigencias ambientales suelen ser menores en nuestros países que en los países desarrollados.

Detrás de la normativa de residuos hay conflictos políticos, contradicción de intereses, distintas prioridades, sobre todo cuando ella atañe a la instalación y al funcionamiento de industrias, la actividad minera, transporte u otras actividades económicas. Sin embargo, los altos niveles de saturación y contaminación del aire de muchas metrópolis de América Latina, la contaminación de ríos, lagos y playas de nuestros países, la existencia de gran cantidad de vertederos clandestinos de residuos muchas veces peligrosos en las ciudades está indicando la necesidad de un cambio en las prioridades y la necesidad de marcos regulatorios más exigentes. Sobre todo, porque no siempre no contaminar es más costoso. Las tecnologías limpias, si bien implican mayores inversiones, suelen estar asociadas a mayores rentabilidades y a ventajas de competitividad y marketing de las empresas.

#### **d) Aspectos institucionales**

La normativa ambiental exige instituciones competentes, con recursos humanos y de operación, con financiamiento y con equipos adecuados, capaces de fiscalizar, monitorear y sancionar a quienes no cumplen.

La institucionalidad ambiental en la región se caracteriza por haber ido creando, paulatinamente, instituciones en forma de ministerios, comisiones, departamentos en los distintos sectores, e incluso responsables en las autoridades locales. Las atribuciones ambientales se han ido concentrando en instituciones específicas y a la vez se han ido descentralizando. Existe en la región una gran necesidad de desarrollar instituciones ambientales modernas y eficaces, con respaldo político, con capacidad fiscalizadora, con poder sancionador, y con la dotación de recursos necesarios, tanto humanos como financieros.

En materia de control de residuos domésticos, existe algún tipo de institucionalidad en los gobiernos locales, pero la fiscalización de las condiciones sanitarias y ambientales de los propios depósitos de residuos urbanos es insuficiente. Por otra parte, existen gran cantidad de vertederos clandestinos sin control en las áreas urbanas de América Latina. En materia de residuos industriales, la normativa es precaria o no se fiscaliza adecuadamente. La propia EIA no dispone de instituciones capaces de hacer el seguimiento a las propuestas y recomendaciones hechas por los estudios y es casi nulo el control de si el proyecto evaluado cumple los requisitos fijados por los estudios de EIA. Por otra parte, en las grandes ciudades existe monitoreo de la calidad del aire, pero poco se sabe de la calidad de las aguas y de los suelos contaminados. Las grandes empresas suelen generar emisiones contaminantes al suelo, agua y aire, pero existe poco control porque no hay capacidad fiscalizadora y de sanción, agravado a veces por lo insignificante de las sanciones.

El tema de la privatización y de la desregulación de los mercados y de las actividades productivas y en especial de los servicios de agua potable y alcantarillado, impone a las autoridades exigencias más altas en cuanto al control y la regulación de tarifas y condiciones sanitarias y, sobre

todo, un mayor celo en el uso y asignación del recurso agua, requiriendo para ello una sólida presencia institucional.

### **e) Ordenamiento territorial**

El manejo de la variable espacial y de localización de las actividades productivas, de los depósitos, de las estaciones de transferencia y de las vías de transporte de residuos ofrece interesantes perspectivas para facilitar una adecuada gestión, para minimizar los costos, para evitar riesgos, para hacer posible y rentables inversiones que por el costo del terreno no son viables en las zonas urbanas, por ejemplo. El valor del espacio urbano hace inviables inversiones ambientales, en plantas de tratamiento por ejemplo, que son viables fuera de los centros urbanos.

Para algunas ramas industriales la regulación ambiental más exigente exige relocalizar plantas e instalaciones. De acuerdo a estos antecedentes, la variable espacial es muy relevante. Y lo es también en la zonificación, en la definición de áreas verdes y de parques industriales, en la definición de zonas de depósito de residuos o de estaciones de transferencia. Las mismas necesidades de transporte del personal de las empresas implican impactos ambientales no calculados cuando se deciden las localizaciones. No se estiman ni evalúan los impactos acumulativos. No existe la evaluación ambiental estratégica de políticas, planes y programas; sólo se realiza a nivel de proyecto, donde se actúa ex-post, cuando todo ya ha sido decidido y quedan las mitigaciones de aspectos marginales.

La planificación territorial y los planes de desarrollo urbano son instrumentos relevantes para la política de residuos. Pero los planes reguladores comunales no suelen considerar las variables ambientales. Debe producirse un cruce, una interacción de las políticas de ordenamiento territorial y las políticas ambientales porque el patrón de ocupación del espacio urbano es decisivo en las emisiones y en los impactos ambientales indirectos de las actividades productivas y residenciales. Las zonas urbanas están saturadas y hay deseconomías crecientes por efectos de la contaminación y la congestión del transporte. La calidad de vida urbana se deteriora por la densidad industrial y la localización de empresas en el espacio urbano.

Existen las llamadas “áreas de explotación mixta”, que combinan espacios residenciales e industriales, y su tratamiento y complementación es cada vez más compleja y cara de remediar, tanto para el desarrollo industrial como para la calidad de vida de la población.

La gestión de cuencas y microregiones es otro instrumento de ordenamiento territorial que presenta muchas ventajas, al estar fundado en unidades ambientales naturales. Se practica en Europa y Estados Unidos, pero en nuestros países sólo hay experiencias incipientes.

Es esta una línea de trabajo poco explorada en nuestros países, debido, entre otras cosas, a que la planificación no es una prioridad actual y a que las políticas de vivienda, industrial y del medio ambiente continúan gestándose y aplicándose unilateralmente.

### **f) Educación e información**

En el tema de los residuos, sobre todo domésticos, la sensibilización y la toma de conciencia deben jugar un papel de primera importancia. Se trata de percibir valores ligados a la conservación de los recursos y del medio ambiente y de cambiar las actitudes a nivel de la población, partiendo de los hogares. La sensibilización y educación de los niños juega un papel dinamizador al interior de los hogares, generando conductas que involucran a toda la familia: disminuir el consumo energético, seleccionar los materiales reciclables que contiene la basura, no contaminar con el humo de cigarrillos o con la chimenea, cuidar la flora y la fauna urbana, etc. Pero sensibilizar y educar a los niños no basta porque son los adultos quienes más contaminan.

La educación de adultos y de la comunidad en los problemas ambientales juega también un rol de importancia. Los mismos problemas que trae la localización de los rellenos sanitarios moviliza y enseña a la población acerca de los impactos de los residuos en todo su ciclo y cómo evitarlos. La educación es cada vez más un proceso participativo: se educa en la acción, se educa desarrollando proyectos asociados a la vida diaria de los niños, en su medio socioeconómico y ecológico, se educa en el trabajo y en la vida diaria. En los problemas ambientales no hay una hora o una jornada precisa para dedicarse al tema: en todas partes y a cualquier hora la conciencia ambiental puede detectar un problema, una actitud negativa, un hecho que se puede parar porque daña al medio ambiente.

### **g) Instrumentos económicos y de gestión**

La política para el manejo de los residuos requiere de instrumentos apropiados para conseguir sus objetivos. Existe una discusión acerca del tipo de instrumentos a utilizar, si son de regulación o de mercado. En la actualidad, esta discusión está zanjada; no existe duda acerca de la conveniencia de utilizar ambos tipos de instrumentos, habiéndose constatado la inconveniencia de utilizar solo uno de ellos.

La recomendación imperante es que los gobiernos dispongan de una amplia gama de instrumentos económicos, fundamentalmente orientados al cumplimiento de las normas ambientales, pero también destinados a fomentar el uso de tecnologías más apropiadas, para hacer inversiones en plantas de tratamiento, para evitar y minimizar los residuos o para evitar aquellos más riesgosos y peligrosos, inclinando la actitud empresaria hacia prácticas más benignas con el medio ambiente.

Por lo general, la gama de instrumentos utilizados en este campo es muy estrecha y pobre. A lo más se utilizan las tarifas del servicio de aseo para residuos domiciliarios, las cuales suelen estar ligadas al impuesto territorial o de bienes raíces. Es común la existencia de subsidios, que incluyen a los propietarios con predios de bajo valor, lo cual por otra parte crea déficit importantes en muchos servicios municipales. Por otra parte, de los pocos que pagan existe un subsidio perverso, ya que los de menor ingreso subsidian a los de mayor ingreso. En algunos países se ha innovado ligándolas al pago de otro servicio como la electricidad o el agua, con vistas a buscar un criterio de diferenciación y la proporcionalidad entre los niveles de ingreso y gasto familiar con las tarifas del servicio de aseo.

Si embargo, existen otros tipos de instrumentos, basados en la experiencia internacional y que podrían ser utilizados. Los cargos diferenciados por contaminación suelen ser utilizados, por ejemplo en Alemania, para incentivar la no generación, la generación de residuos menos peligrosos, el mejor tipo de tratamiento (biológico, químico o físico) y la minimización del volumen de residuos destinado a depósito final. Al ser diferenciados los cargos por tipo de residuo, por clase de tratamiento y por lugar de destino final –poniendo valores más altos a aquellas alternativas que la autoridad quiere desestimular–, se está orientando a los generadores hacia patrones de conducta más armoniosas con el medio ambiente.

Un instrumento económico de mercado, muy difundido en países desarrollados y de incipiente uso en países en vías de desarrollo, oportuno de considerar, es el sello o etiquetado ecológico. Opera a nivel de las preferencias del consumidor, pero es también informativo y educativo. Mueve a las empresas a ofrecer productos más amistosos con el medio ambiente, a utilizar tecnologías más limpias y a hacer un manejo sustentable de los recursos naturales que usa como materia prima.

Existen muchos otros instrumentos económicos aplicados en los países desarrollados, como impuestos, subsidios, licencias o permisos transables, seguros de responsabilidad, sistema de

depósitos reembolsables, distintos tipos de cargos, incentivos de reciclaje y otros. Los países desarrollados, con un marco normativo y regulador ya consolidado, buscan lograr cada vez más el cumplimiento de la normativa de una manera que minimice la función de fiscalización y control por la autoridad. Se apela cada vez más al autocumplimiento, a la responsabilidad de las empresas, estimulando el cumplimiento o sobrecumplimiento de la normativa.

### **h) El problema de los costos y del financiamiento**

No deberían quedar fuera de los temas de la política de residuos los temas de costos y financiamiento. A veces los proyectos no se realizan por existir problemas de financiamiento o porque su rentabilidad no se calcula correctamente, al no considerarse las externalidades positivas y los beneficios sociales de las inversiones ambientales.

En materia de residuos sólidos domésticos, existen mayores costos originados en la necesidad de una disposición adecuada, pero ellos no significan un costo imposible de pagar por quienes reciben el servicio. Son costos de inversiones y de operación que tienen evidentes beneficios sociales.

Los proyectos de reciclaje son rentables en muchos casos, dependiendo del tipo de residuos, de los precios de los materiales vírgenes que se está reemplazando, de los volúmenes disponibles, de las facilidades para su recolección, separación, limpieza y transporte. Muchas veces son proyectos aptos para microempresas, y la región es una fuente importante de experiencias interesantes en la materia, muchas de ellas con alto impacto social positivo.

## **5. Conclusión**

En este trabajo se ha presentado el tema de la gestión ambientalmente adecuada de residuos como un problema en que su comprensión pasa por un enfoque esencialmente holístico. No es posible seguir pensando que la gestión de residuos es meramente un problema técnico de diseño y gestión de un relleno sanitario, complementado por una compleja norma técnica. El primer problema que habrá que vencer es la negativa de la población a superar el síndrome del problema de los residuos “en su patio”,<sup>22</sup> y ese es un tema esencialmente político, con variantes económicas y confianza en los técnicos y en la autoridad fiscalizadora, por señalar solo algunos aspectos. Por otra parte, el tema puede hacerse operativo solo si pasa por una concepción sistémica de la acción. Es decir, por la capacidad que se tiene de entender y resolver las preguntas y alternativas que nos plantea el enfoque integral antes desarrollado.

La experiencia de CEPAL durante los años 90 ha permitido desbloquear situaciones en que no se avanzaba hacia una gestión ambientalmente adecuada de residuos, pasando, en varios de los casos analizados (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y Ecuador), a una gestión más aceptable de los mismos.

---

<sup>22</sup> En inglés en original, el fenómeno “NIMBY” (Not in my back yard), cuya traducción corresponde a “o en mi patio trasero”.



## Residuos industriales, la experiencia de Brasil

---

**José Felício Haddad**<sup>23</sup>

### 1. Introducción

Brasil es un país con la extensión de 8,5 millones de km<sup>2</sup> y 160 millones de habitantes, esto es: 11,2 veces la extensión y 10,7 veces la población de Chile. Está organizado en un sistema federativo de 26 estados y 5.507 municipios, además del distrito federal, donde se ubica los tres Poderes de la República.

La diversidad social, cultural y económica es grande y se refleja en la producción y consumo de bienes, con los consecuentes residuos industriales.

El *Sistema Nacional do Medio Ambiente* (SINAMA) tiene al *Instituto Brasileiro do Medio Ambiente* (IBAMA) como órgano técnico ejecutivo nacional, vinculado al *Ministerio do Medio Ambiente*. IBAMA actúa en concertación con la autoridad ambiental de cada estado. Como regla general, esta autoridad comprende un consejo estatal y un brazo técnico operativo, en régimen paraestatal, con relativa autonomía administrativa y financiera. El *Conselho Nacional do Medio Ambiente* (CONAMA) es la autoridad deliberativa máxima, que establece las políticas, directrices y normas básicas para

---

<sup>23</sup> Director SANIPLAN, *Engenharia e Administração de Resíduos Ltda.*

todo el país. Se compone de representantes de la Presidencia de la República, Ministerios, Estados, Corporaciones y Sociedad Civil.

En la Región Sureste del país, se encuentran 42% de la población y 66,5% de la producción manufacturera, correspondiendo a los estados de São Paulo 45% y Rio de Janeiro 11%.

## 2. La gestión de los residuos industriales en São Paulo

El estado ocupa una superficie de 248.256 km<sup>2</sup>, con población de 35,5 millones habitantes, intensa y muy diversificada actividad industrial y agrícola. La Región Metropolitana de la Capital (São Paulo) comprende 37 municipios, con 17,5 millones habitantes, que producen 40% de los bienes manufacturados nacionales. Más de 70.000 industrias operan en el estado, resaltando como generadoras de residuos, en cantidades, las metalúrgicas y automovilísticas; y en peligrosidad, las químicas.

La entidad normativa y ejecutiva de la legislación ambiental del estado de São Paulo es la Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental (CETESB), por competencia otorgada en el año de 1976 (Ley N° 997 y Decreto N° 8.468). Diez años después, fue creada la *Secretaría de Estado do Meio Ambiente* (SMA), que agregó la CETESB a su estructura, sin perjuicio de la autonomía que tiene como empresa pública.

El Sistema Público de Gestión de los Residuos utiliza como principal instrumento el Sistema de Licenciamiento de las Actividades Contaminantes (SLAP), que incluye :

- Licencia Previa (LP): que autoriza, con las restricciones expresas, la ubicación de la actividad.
- Licencia de Instalación (LI): que aprueba el proyecto, con las restricciones expresas, y autoriza su ejecución.
- Licencia de Funcionamiento (LF): que comprueba que la actividad fue implantada de conformidad con el proyecto y sus restricciones, que los parámetros de calidad ambiental están siendo obedecidos, y por eso se autoriza el funcionamiento permanente de la planta.

Las licencias son emitidas con 5 años de validez. Para ser renovadas, deben atender a los requerimientos ambientales vigentes en la oportunidad. Varias actividades, fijadas en decreto, requieren de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), o un sencillo informe ambiental preliminar (RAP), en la fase de evaluación inicial, para que se otorgue la LP. La autoridad para aceptar uno o otro documento y para emitir la LP es la SMA. Si es necesario un EIA, este es evaluado por el *Consejo Estatal del Medio Ambiente* (CONSEMA), que emite su parecer a la SMA.

Las actividades ya instaladas y en operación deben firmar un Término de Ajuste de Conducta Ambiental (TAC), en el cual se establecen los requerimientos, previamente ajustados con CETESB y los plazos para su cumplimiento, recibiendo entonces su LF.

Las industrias prioritarias presentarán a CETESB sus Planes de Disposición de Residuos, documentos incluidos en los compromisos del TAC.

El sistema de licenciamiento es el instrumento básico, que facilita el monitoreo ambiental desde la cuna de la actividad, así como las correcciones a lo largo de su existencia.

CETESB tiene competencia legal para cobrar por sus servicios, aplicar penalidades y apuntar multas e interdicciones de actividades, que son ejecutadas por la SMA.

El segundo instrumento básico de la gestión es el inventario de residuos industriales, cuyos datos son suministrados periódicamente como obligación por las empresas generadoras, y revisados (selectivamente) por la CETESB. Fueron elegidos como “prioritarios” para el control ambiental 1.432 establecimientos que generan unos 76% de la totalidad de los residuos industriales y la gran mayoría de los peligrosos.

El catastro de las empresas generadoras, receptoras y transportadoras corresponde a otro instrumento de control ambiental, informando datos esenciales sobre las instalaciones, equipos, tecnologías, tipos de residuos que se manejan, licencias ambientales, otras licencias obligatorias y responsables técnicos por la actividad.

La movilización de los residuos hacia afuera del establecimiento generador es autorizada y monitoreada por CETESB a través del Certificado de Aprobación del Destino de los Residuos Industriales (CADRI) y del Plan de Recepción de Residuos. El primero es un documento emitido por CETESB, previa solicitud, con la caracterización de los residuos y otros datos necesarios a la decisión de la entidad. El segundo es un registro interno de las receptoras, que se queda a la disposición de los inspectores de CETESB.

Durante algunos años, fue también utilizado el Certificado de Aprobación del Transporte de Residuos Industriales (CATRI), además del respectivo registro interno que se queda a la disposición de los inspectores. El CATRI ya no es exigido pero sí el registro interno.

Un programa de control muy importante es lo que se realiza sobre áreas potencialmente contaminadas, especialmente las que fueron o están siendo usadas para actividades de procesamiento o disposición de residuos.

Con relación al manejo de residuos, se adopta en Brasil el principio “el que contamina paga” y la responsabilidad permanente de la generadora, durante todo el periodo de existencia del residuo, inclusive su disposición final, mientras se considere también la responsabilidad solidaria de la receptora y de la transportadora.

CETESB ha desarrollado, desde sus primeros años, intensa actividad normativa, de información técnica y de capacitación de recursos humanos propios y de terceros. Mantiene una biblioteca y edita trabajos técnicos, así como le da al público acceso parcial a su banco de datos.

La clasificación de los residuos establecida por CETESB es la misma editada por la *Associação Brasileira de Normas Técnicas* (ABNT), adaptada de la *Environmental Protection Agency* (EPA: clase I: Peligrosos, II: No Inertes, III: Inertes).

CETESB posee laboratorios y personal especializado, que han facilitado a las generadoras la clasificación de sus residuos, mediante el pago del servicio. También ha descentralizado gradualmente sus actividades en 30 agencias locales, con apoyo técnico y jurídico del órgano central, coordinadas por 9 gerencias regionales. Un sistema de información sobre la contaminación (SIPO) las atiende y fija criterios de licenciamiento y fiscalización uniformes para todas. De esa manera, se da mejor atención a cerca de 132.000 actividades potencialmente contaminantes, en el estado de São Paulo, controladas ambientalmente en función de la cuenca hidrográfica donde se ubican. Las directrices establecidas para la gestión de residuos son las siguientes:

- Evitar o minimizar la generación de residuos, particularmente de los peligrosos;
- Aprovechar los residuos inevitables; y disponer de los inaprovechables con el mínimo impacto ambiental, tratándolos previamente.

Considerando que compete al Estado establecer las normas legales y técnicas, informar y exigir que ellas sean cumplidas, creando de esa manera un mercado de demanda y fomentando el de oferta de servicios privados, el Estado de São Paulo mantiene, desde el año 1980 y con recursos

financieros propios y del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), más el apoyo del Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (BIRD), el *Programa de Controle de Poluição* (PROCOP), cuyo apoyo técnico le da CETESB. Este programa financia la instalación de equipos de protección y mejoras, inclusive para el control de residuos.

La participación de representantes corporativos de industriales es bastante efectiva en 10 Cámaras Ambientales sectoriales (galvanoplastia, no-ferrosos, papel, minería, etc.), donde se discute sobre la conducta empresarial, normas, transferencia de tecnologías, dificultades de las empresas y del Gobierno.

El almacenamiento controlado es una práctica admitida por CETESB, mientras no se tenga suficientes alternativas de destino de residuos peligrosos, pero esa agencia recomienda la implantación de centros de tratamiento y disposición de residuos. Estas plantas reúnen las ventajas de la economía de escala y de la concentración de actividades peligrosas en un solo sitio, facilitando el control ambiental. Las alternativas de disposición de residuos son pocas, debido a la escasez de áreas con tamaño y condiciones técnicas adecuadas a tales actividades y a las restricciones ambientales: 53% del territorio metropolitano, comprendiendo 6 municipios y parcialmente otros 18, corresponden a Áreas de Protección de Manantiales, donde no se acepta esas actividades; otros municipios están completamente urbanizados, restando muy pocas opciones.

El mercado de servicios de procesamiento, tratamiento y disposición de residuos industriales se resume en lo siguiente:

- **Reuso y Reciclaje:** aceites lubricantes y solventes; pinturas, plásticos, goma, papel, metales ferrosos y no-ferrosos, metales pesados extraídos de lodos de tratamiento de efluentes, de pilas y baterías, de lámparas, etc.; otros materiales. En este mercado operan varias empresas.
- **Uso Energético:** aceites y aceitosos, solventes, goma, celulosa, plásticos; otros. Operan también varias empresas.
- **Pre-Procesamiento:** preparación (homogeneización) de mezclas para uso energético o coprocesamiento en horno de fabricación de cemento. Opera una empresa (Resicontrol).
- **Incineración** en hornos especiales (rotativos), que aceptan organoclorados. Operan 4 empresas que disponen de capacidad marginal en sus incineradores para servir a terceros (BASF, Ciba-Geigy, Teris y Clariant).
- **Relleno de Desechos Peligrosos:** 1 unidad pionera de CETESB (hoy inactiva) y 5 unidades en operación (SASA, Boa Hora, Ecosystema con uso restringido en la región donde se ubica, CAVO y Brunelli).
- **Relleno de Desechos Non Peligrosos:** 7 unidades en operación (Sasa; Boa Hora; Ecosystema y URBES para uso restringido a sus regiones; Vega Sopave, CAVO y Brunelli).
- **Centro Tecnológico de Residuos:** uno ha recibido la LI, a ser implantado (CAVO); otros en la fase inicial de licenciamiento (LP).
- **Almacenamiento Central:** únicamente de lodos y lamas de las industrias de tratamiento superficial de metales y de galvanoplastia. Coordinado por el sindicato de empresas de aquella categoría, el almacén tiene la sigla “SEMTRASUPER” y reúne residuos de unas 80 empresas, los trata por secado (para reducir el volumen) y desarrolla estudios mirando a su aprovechamiento y futura disposición del resto.

### 3. La gestión de los residuos industriales en Río de Janeiro

El estado ocupa una superficie de 43.653 km<sup>2</sup>, con población de 14 millones habitantes, actividad industrial concentrada en las industrias petrolera, siderúrgica y naval. La Región Metropolitana de la Capital (Río de Janeiro) comprende 19 municipios, con 7,5 millones habitantes, que producen 11% de los bienes industrializados nacionales y 10% de los residuos industriales generados en el estado. Más de 12.000 industrias operan en el estado, resaltando como generadoras de residuos las siderúrgicas, petroleras, químicas y metalúrgicas.

La autoridad ambiental del Estado es la *Comissão Estatal de Controle Ambiental* (CECA), creada en 1975 por Decreto Ley Nº 134, juntamente con su brazo técnico y ejecutivo de la *Fundação Estatal de Engenharia do Meio Ambiente* (FEEMA).

Los instrumento de gestión más importantes de FEEMA son:

- El sistema de licenciamiento de actividades contaminantes (SLAP) que incluye las licencias previa (LP), de instalación (LI) y de operación (LO), similares a aquellas emitidas en São Paulo.
- El término de ajuste de conducta ambiental (TAC).
- La competencia legal para cobrar por sus servicios, aplicar penalidades y multas, que son ejecutadas por la CECA.
- El inventario de residuos industriales.
- El catastro de las empresas generadoras, receptoras y transportadoras.
- El Programa de Auto-Control (PROCON): las industrias inscriptas hacen el monitoreo y control de sus efluentes, emisiones y residuos, conforme plan establecido junto con FEEMA, y mantienen informada esta entidad.
- La autorización para manejo de residuos industriales.
- El manifiesto de residuos industriales, que acompaña el ciclo de movilización externa de los residuos y facilita su rastreo y control; 500 empresas utilizan manifiestos ordinariamente.
- La bolsa de residuos industriales que facilita por la internet ([www.feema.rj.gov.br](http://www.feema.rj.gov.br)), las ofertas de cesión /aceptación de residuos, entre empresas; las transacciones se procesan obedeciendo a los trámites de la autorización y control por manifiestos, mencionados arriba.
- El plan de gestión de los residuos de la industria generadora que expresa su compromiso, mencionando las acciones, costos y tiempos de conclusión.

FEEMA utiliza la clasificación de la ABNT y acepta prestar servicios de laboratorio a terceros. La gestión ambiental se hace por cuenca hidrográfica, como en São Paulo a través de gerencias regionales que tienen autonomía y son apoyadas por el órgano central. Las directrices para la gestión de residuos son las mismas adoptadas por CETESB. El mercado de servicios así se presenta en Río de Janeiro:

- Reuso, Reciclaje y Uso Energético: similar a São Paulo, con menos opciones.
- Manejo de aceites con PCBs y de máquinas y materiales contaminados con PCBs: 3 empresas (SANIPLAN, Gaya, Elen).

- Pre-Procesamiento de mezclas para uso energético y co-procesamiento en horno de cemento: 1 empresa (Ambiencía) en fase de licenciamiento.
- Co-Procesamiento en horno de cemento: 2 empresas, una más en licenciamiento.
- Incineración en hornos especiales, que aceptan organoclorados: 4 empresas; 2 utilizan para sus propias necesidades a penas, una ofrece su capacidad marginal para terceros (Bayer), y otra se encuentra en construcción (GEA).
- Incorporación (fijación) en productos de cemento y cerámicos: 5 empresas.
- Relleno para Desechos Peligrosos: 1 empresa (Bayer), 3 más para uso propio.
- Centro Tecnológico de Residuos: 1 empresa (Ecosistema), que tiene su LI, pero no está construido.

Cuadro 12

**GENERACION DE RESIDUO INDUSTRIAL EN EL ESTADO DE RIO DE JANEIRO, POR CUENCA  
HIDROGRAFICA (TON/AÑO)**

Clase	Guanabara	Paraíba do Sul	Sepetiba	Jacarepaguá	Oceánicas	TOTAL
1	192.072	106.368	41.880	1.296	-	341.616
2	146.772	1.899.444	63.684	35.592	2.068.020	4.213.512
3	274.740	1.013.460	381.840	110.220	-	1.780.260
Suma	613.584	3.019.272	487.400	147.108	2.068.020	6.335.388
Cantidad de Industrias	879	111	64	48	2	1.104

**Fuente:** Catastro de FEEMA, 1999. Corresponde a unos 80% de la generación total.

Cuadro 13

**GENERACION DE RESIDUO INDUSTRIAL EN EL ESTADO DE SÃO PAULO (TON/AÑO)**

Clase	Región Metropolitana	Resto del Estado	TOTAL
1	176.670,7	358.944,4	535.615,1
2	1.668.597,4	23.369.570,3	25.038.167,7
3	18.731,3	1.027.164,4	1.045.895,7
Suma	1.863.999,4	24.755.679,1	26.619.678,5
Cantidad de Industrias			1.432

**Fuente:** Catastro de CETESB, 1997. Corresponde a unos 76% de la generación total.

## **Residuos industriales sólidos en la región metropolitana de Santiago**

---

***José Arellano, Alfredo Rihm***<sup>24</sup>

### **1. Introducción**

Toda comunidad aspira que las personas que la conforman tengan la mejor calidad de vida posible y que sus expectativas de vida sean las más altas que se puedan alcanzar. Muchos aspectos de la vida en sociedad que resguardamos celosamente están ligados a estos dos conceptos básicos, entre ellos podemos mencionar la seguridad, tanto física como mental y el derecho a vivir en un medio libre de contaminación. La comunidad demanda un constante mejoramiento de estos aspectos, es así como se puede apreciar que las autoridades tanto comunales como públicas se esmeran por satisfacer esta demanda.

Un manejo inadecuado de los residuos sólidos generados al interior de centros poblacionales, atenta contra el propósito de garantizar una buena calidad de vida e indirectamente en lo referente a las expectativas de ésta. Lo anterior es debido al carácter de las emisiones que se producen en su proceso de almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final que pueden alterar en forma negativa el medio ambiente.

---

<sup>24</sup> Programa residuos Sólidos. Centro Nacional del Medio Ambiente, CENMA.

Dentro de este contexto el problema de los residuos sólidos industriales es tal vez uno de los más complejos de aquellos que tiene que resolver la autoridad ambiental. Los componentes del problema son variados y en muchas ocasiones están ligados a otro tipo de residuos. Por ejemplo, cuando se realizan procesos para descontaminar emisiones gaseosas o emisiones líquidas de las industrias, por lo general se libera al aire y al agua de elementos contaminantes, los cuales quedan concentrados en un lodo. Para los que manejan la contaminación atmosférica o contaminación del agua el problema termina ahí, ya que traspasan la responsabilidad del manejo de los lodos a quienes se preocupan de los residuos sólidos, y son estos especialistas los que deben resolver el acondicionamiento, la recolección, el transporte y la disposición final de ellos.

Todo tipo de residuo, incluso líquido, semilíquido o viscoso puede ser considerado residuo sólido en función de su manejo. También ocurre lo mismo con aquellos residuos líquidos de carácter peligroso que no es posible someter a tratamiento para lograr su inertización y que deberán mantenerse almacenados en recipientes en espera de una solución definitiva.

El problema empieza a tener complicaciones cuando hay que ubicar o hay que disponer estos residuos. En muchas regiones de Chile ya hay serios problemas para la disposición final de los residuos sólidos domésticos. Así el problema y complejidad para dar solución a la disposición de los residuos sólidos industriales aparece como una tarea difícil, en especial si se considera, que un porcentaje de ellos puede ser peligroso o altamente peligroso.

En la actualidad se está usando el término “gestión” del manejo de los residuos sólidos industriales, porque esta palabra involucra un concepto más allá que la simple solución al almacenamiento, transporte o la disposición final de los residuos. Se considera el análisis, tanto de las materias primas como de los procesos productivos de la industria, con el fin de minimizar los impactos de estos materiales y residuos asociados.

Las exigencias, por parte de la autoridad ambiental, están siendo cada vez mayores, pues, como se dijo anteriormente, hay una presión por parte de la comunidad de que el manejo de estos residuos se haga correctamente y por la misma razón los costos de este manejo son cada vez más elevados. Es así como los responsables empiezan a buscar formas de ahorrar, especialmente el sector productivo que empieza a comprender que puede resultar muy conveniente, desde el punto de vista económico, producir menos residuos. Luego la inversión en cambio de tecnologías productivas con el fin de generar menos residuos, puede resultar muy conveniente para las empresas. La aproximación anterior era dar solución al problema una vez que el residuo era producido, ahora la idea es no generar residuos.

## **2. Los residuos sólidos industriales en el área metropolitana de Santiago**

En las últimas décadas el país ha experimentado un crecimiento económico sostenido que se ha traducido, entre otros aspectos, en un rápido proceso de industrialización para satisfacer esencialmente una fuerte demanda de bienes de consumo.

Este proceso de industrialización se ha materializado en gran medida en torno a los grandes núcleos urbanos del país, Área Metropolitana de Santiago, Valparaíso, Viña del Mar y Concepción, Talcahuano. El siguiente cuadro presenta el número de empresas, según tamaño, en el país entre los años 1994-1997 y da una buena idea de la evolución de este proceso.



**Cuadro 14**  
**NUMERO DE EMPRESAS SEGUN TAMAÑO 1994-1997**

<b>Tamaño</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>
Micro	404.599	408.371	423.319	432.431
Pequeña	71.984	75.570	77.798	78.805
Mediana	9.649	10.260	10.721	10.870
PYME (P + M)	81.633	85.830	88.519	89.675
Grande	4.054	4.388	4.670	4.814
<b>Total</b>	<b>490.286</b>	<b>498.589</b>	<b>516.508</b>	<b>526.920</b>

**Fuente:** CORFO, sobre la base de información del S.I.I.

A continuación se presentan cuadros que indican el número de empresas por tamaño y actividad tanto en el país como en el Área Metropolitana de Santiago. Se han considerado sólo las empresas relevantes en la producción de residuos de carácter industrial.

**Cuadro 15**  
**DISTRIBUCION DE EMPRESAS RELEVANTES EN LA GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES A NIVEL NACIONAL**

<b>SECTOR</b>	<b>TAMAÑO DE EMPRESA</b>			<b>TOTAL</b>
	<b>MICRO</b>	<b>PYME</b>	<b>GRANDE</b>	
Producción Agropecuaria	54.174	8.672	121	62.967
Servicios Agrícolas y Caza	1.444	479	18	1.941
Silvicultura	2.380	965	41	3.386
Pesca	1.223	427	74	1.724
Minas, Petróleo y Canteras	966	476	97	1.539
Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco	4.455	2.679	313	7.447
Textil y Cuero	6.033	2.290	158	8.41
Madera y Papel	7.675	2.363	174	10.22
Químicos, Petróleo, Caucho y Metales	5.668	2.903	442	9.013
Máquinas e Instrumentos	2.136	1.185	118	3.439
Otras Manufacturas	638	157	6	801
<b>Total</b>	<b>86.792</b>	<b>22.596</b>	<b>1.562</b>	<b>110.950</b>

**Fuente:** CORFO, sobre la base de información del S.I.I.

La Región Metropolitana concentra aproximadamente un 44.7% de las pequeñas y medianas empresas y un 68.9% de las grandes empresas en los rubros que se han considerado como los principales generadores de residuos industriales para este documento. Sin embargo, con la información disponible no es posible asegurar que el Área Metropolitana de Santiago sea el centro urbano que genera mayor cantidad de residuos industriales. Es altamente probable que así sea, en el caso de excluir del análisis los residuos generados por la minería, por considerarse que no son propiamente del área industrial, aunque muchos se originan por el consumo de materias provenientes de industrias, especialmente de carácter químico.

Cuadro 16

**DISTRIBUCION DE EMPRESAS RELEVANTES EN LA GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES EN LA REGION METROPOLITANA**

SECTOR	TAMAÑO DE EMPRESA			TOTAL
	MICRO	PYME	GRANDE	
Producción Agropecuaria	5.590	1.768	67	7.425
Servicios Agrícolas y Caza	321	168	9	498
Silvicultura	148	82	9	239
Pesca	46	62	28	136
Minas, Petróleo y Canteras	130	165	57	352
Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco	1.372	1.183	161	2.716
Textil y Cuero	3.950	1.939	143	6.032
Madera y Papel	4.061	1.629	119	5.809
Químicos, Petróleo, Caucho y Metales	2.926	2.171	379	5.476
Máquinas e Instrumentos	1.157	797	99	2.053
Otras Manufacturas	425	137	6	568
<b>Total</b>	<b>20.126</b>	<b>10.101</b>	<b>1.077</b>	<b>31.304</b>

Fuente: CORFO, sobre la base de información del S.I.I.

Cuadro 17

**TAMAÑO DE EMPRESA**

Estrato	Número de Empleados
Microempresa	De 1 a 4 Empleados
Pequeña Empresa (PYME)	De 5 a 49 Empleados
Mediana Empresa (PYME)	De 50 a 199 Empleados
Gran Empresa	Más de 200 Empleados

Fuente: CORFO, sobre la base de información del S.I.I.

En un estudio realizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en 1995 se estimó la producción de residuos industriales en la Región Metropolitana en 939 mil toneladas anuales, de las cuales un 56% era objeto de reciclaje y un 7,6% correspondían a residuos peligrosos y residuos líquidos como solventes y aceites que requerían un mayor control. Además a principios de la década del 90 se constató la existencia de 101 vertederos ilegales en la Región Metropolitana que ocupaban una superficie de 703 Ha, siendo éstos probablemente los receptores de la mayor parte de residuos industriales no reciclados.

La Resolución N° 5.081/1993 del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA), establece el Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales en la Región Metropolitana. Esta Resolución dispone que la evacuación de todo desecho sólido industrial debe ser declarado. Para ello, desde el momento de abandonar el establecimiento generador y hasta su destino final, debe acompañarse del correspondiente documento de declaración. Esta medida se aplica tanto al generador como a los transportistas y destinatarios.

El siguiente cuadro muestra los residuos industriales declarados de abril a junio de 1999 a la Unidad de Residuos Sólidos del Servicio de SESMA.

La Unidad de Residuos Sólidos del SESMA estableció que aproximadamente unas 20.000 ton. de residuos industriales considerados de carácter Peligroso o Potencialmente Peligrosos fueron declarados durante el año 1999.

**Cuadro 18**

**RESIDUOS INDUSTRIALES SOLIDOS GENERADOS Y DECLARADOS ENTRE  
ABRIL Y JUNIO DE 1999 EN LA REGION METROPOLITANA**

Destino Autorizado	Abril (ton)	Mayo (ton)	Junio (ton)	Sub total (ton)
Hidronor	683,6	716,7	575,9	1.976,2
Procesan	21,4	33,2	11,8	66,5
Sercoin	20,4	72,2	54,4	147,1
Bravo Energy	270,5	308,2	410,5	984,9
Futuroil	-	-	181,4	181,4
Castañeda Hnos.	-	-	15,2	15,2
E. de Transferencia	3.734,0	6.253,6	4.006,0	13.993,6
Lepanto	2.600,0	2.758,0	3.137,0	8.495,0
Entrega a 3 <sup>os</sup>	907,0	924,3	1.841,3	3.672,6
Recycling	-	19,6	14,5	34,1
Ecotrans	-	1,5	3,9	5,4
R.M.	7,4	10,5	117,4	135,4
Degraf	4,7	4,7	4,8	14,2
Tecnotambores	25,0	13,1	-	38,1
Aza	6.522,0	8.961,0	10.637,3	26.120,3
Elpa	531,9	542,4	443,9	1.518,2
<b>TOTAL (ton)</b>	<b>15.327,98</b>	<b>20.619,05</b>	<b>21.450,8</b>	<b>57.398,2</b>

Fuente: SESMA, 1999.

### 3. Componentes del sistema de manejo de residuos industriales sólidos en la Región Metropolitana

Una gran cantidad de empresas se han instalado o han desarrollado una unidad para ofrecer servicios en el área de los residuos industriales en rubros tales como: manejo que incluye actividades de recolección, transporte, tratamiento, disposición final y reciclaje, entre otros, las consultorías, en el cual se desarrollan estudios, proyectos, diagnósticos; servicios de laboratorios, en los que se realizan muestreos, análisis, monitoreos; también directa o indirectamente están ligados los proveedores de equipamientos y materias primas relacionados con el sistema.

Muchas de estas empresas han invertido en desarrollo de infraestructura y capacitación del personal esperando un crecimiento de la demanda de servicios acorde con el crecimiento de la producción de residuos, pero ésta demanda se ha visto retrasada por varias razones. Una de ellas está relacionada con la no promulgación definitiva del Reglamento de Manejo Sanitario de Residuos Peligrosos. Al momento de elaborar este documento todavía está en trámite su aprobación. La otra razón principal esta relacionada con la aplicación de la normativa sobre descarga de aguas residuales industriales tanto al sistema de alcantarillado como a cursos superficiales de agua que también por diversas razones no puede llevarse a cabo. También es importante consignar que las industrias requieren también un tiempo para internalizar los costos correspondientes al manejo adecuado de sus residuos. Cuando el reglamento y la normativa entren en vigencia, los componentes del sistema podrán llegar a un equilibrio y por la misma razón podrán proyectarse a futuro con algún grado de seguridad.

La fiscalización es un componente vital del sistema para velar por el cumplimiento de la normativa y el correcto desempeño de las empresas prestadoras de servicios, especialmente en el cuidado que estas deben tener para no alterar negativamente el medio ambiente. En el caso de la Región Metropolitana es el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente el encargado de realizar esta labor, a través de su unidad específica la cual debe manejar toda la información generada por el Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales.

Las universidades, centros de investigación y ONGs son también organismos que desarrollan roles de gran importancia para la consecución de un sistema equilibrado que permita que los generadores de residuos industriales resuelvan de la mejor manera este problema y que la comunidad, aparentemente pasiva, no se vea afectada de ninguna manera, ya que es el componente más importante de este sistema.

#### **4. El programa de residuos industriales sólidos del CENMA**

El programa tiene como objetivo fundamental contribuir al desarrollo de acciones tendientes a disminuir el impacto ambiental de los residuos industriales sólidos, prestándose particular atención a los aspectos relacionados con la gestión de residuos peligrosos, aprovechando para ese fin la capacidad analítica de los laboratorios del Centro.

A través de él se ha prestado asistencia a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Ministerio de Salud y Municipalidades.

#### **5. Principales actividades desarrolladas durante el período 1996-2000**

##### **a) Caracterización de los Residuos Sólidos Industriales (Rises)**

Una de las actividades más importante realizadas por el programa y que se ha mantenido por más de tres años es la caracterización de residuos industriales sólidos, la que ha permitido conocer los procesos y el manejo de residuos sólidos en más de 70 empresas, con énfasis en los residuos peligrosos. Entre los rubros destacan los de imprentas, fabricación de pinturas, curtiembres, galvanoplastia, preservación de maderas, fabricación de adhesivos, recuperadoras de solventes. Los residuos se han caracterizados desde el punto de vista de peligrosidad de acuerdo a lo establecido en el futuro reglamento considerando para los análisis: la inflamabilidad, la reactividad, la corrosividad y la toxicidad por lixiviación.

##### **b) Actividades conducentes a la mejora de la capacidad de analítica de los laboratorios de Rises**

En este sentido se han desarrollado actividades relacionadas con análisis de la situación de los laboratorios de análisis ambiental en la Región Metropolitana; el desarrollo de metodología de análisis en Rises especialmente en residuos peligrosos; y capacitación en técnicas de muestreo y análisis de Rises.

##### **c) Actividades para el manejo de Rises**

Se han realizado una serie de estudios relacionados con el manejo de Rises entre los cuales se pueden destacar el uso de residuos peligrosos como combustible alternativo en hornos cementerios; disposición temporal de residuos peligrosos; manejo y propuestas de definición técnica de residuos inerte (de gran importancia en una gestión más económica de residuos industriales), evaluación de sitios contaminados (en esta etapa se ha estudiado el uso de metodologías preliminares o de screening), definición de contaminante prioritario.

### **d) Actividades para reglamentar y guías técnicas**

Las siguientes pautas para reglamentar y guías técnicas se han desarrollado entre los años 1996 y 1999: Pauta para reglamentar la construcción de disposición final de residuos industriales sólidos; pauta para reglamentar principales deberes y responsabilidades de los empresarios y agentes de tratamientos y disposición de residuos industriales sólidos; pauta para reglamentar el almacenamiento de residuos peligrosos; guía técnica para la prevención de la contaminación en el manejo de solventes; guía técnica para las plantas recuperadoras de solventes; guía técnica para la industria gráfica.

## **6. Conclusiones**

Instituciones como CENMA deben asumir un rol de apoyo y referencia necesario para el desarrollo adecuado, tanto económico como ambiental y técnico del sistema de gestión de residuos industriales sólidos, con una especial preocupación en la problemática de residuos peligrosos. Lo anterior se logrará estableciendo claramente la relación de este tipo de centros o instituciones respecto a los otros actores, tanto en el sector público como privado.



## **Diagnóstico y gestión de descargas de residuos industriales líquidos en la región metropolitana de Santiago**

---

**Ana María Sancha**<sup>25</sup>

### **1. Introducción**

De acuerdo a la legislación vigente, los establecimientos industriales no pueden descargar a cursos de aguas superficiales continentales los residuos industriales líquidos (RILES) que contengan elementos tóxicos para el uso humano, ambiental y/o agrícola, sin un previo tratamiento de ellos por medio de un sistema adecuado y permanente. Estos sistemas de tratamiento deben ser autorizados mediante Decreto Supremo del Ministerio de Obras Públicas, previo informe favorable de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

El universo total de industrias que al 1/1/1999 habían obtenido autorización para su sistema de tratamiento era de 172, de las cuales 60% corresponden a industrias que descargan al sistema de alcantarillado, 10% a industrias que infiltran y 30% a industrias que descargan a cuerpos de aguas superficiales. Esta autorización fija los plazos para la construcción y puesta en explotación del sistema de

---

<sup>25</sup> Programa Calidad de Agua y Residuos Líquidos. Centro Nacional del Medio Ambiente, CENMA.

tratamiento, el caudal de los efluentes tratados, los parámetros relevantes y sus límites máximos de acuerdo a la normativa vigente, la frecuencia y número de muestras y la identificación del punto de descarga.

El Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA), en el marco de sus actividades de apoyo a las políticas de protección ambiental implementadas, recientemente en el país, ha iniciado un programa de colaboración con la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) en la fiscalización del autocontrol de las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Cursos de Aguas Superficiales Continentales.

A objeto de desarrollar en la mejor forma esta actividad de apoyo a la gestión de descargas de RILES al medio acuático, durante el período 1996-1998, CENMA realizó variados estudios que permitieron a sus profesionales tener un diagnóstico acabado de la situación de los (RILES) generados por la actividad industrial del país en relación a caracterización y requerimientos de tecnologías de tratamiento.

En 1999 se inició un programa conjunto CENMA/SISS de fiscalización del autocontrol de emisiones de industrias de la Región Metropolitana que cuentan con sistemas de tratamiento autorizado. Estas industrias envían, periódicamente, a las SISS informes de los resultados de sus monitoreos de autocontrol, de manera que la fiscalización que con este programa conjunto SISS/CENMA se inicia permite conocer los resultados de las políticas de control de la contaminación del medio acuático, por descarga de RILES, en las que el autocontrol es una herramienta clave.

## **2. Metodología**

La planificación del programa de fiscalización de RILES fue elaborado en conjunto por SISS y CENMA, tomando como base los Decretos Supremos respectivos. En el programa se incluyeron sólo 10 industrias, que representan el 20% de la industrias que cuentan con la autorización para descargar a cuerpos de aguas superficiales.

### **Resultados:**

El proceso de fiscalización, considerando en conjunto funcionamiento del sistema de tratamiento y cumplimiento de límites máximos, entregó los siguientes resultados:



**Cuadro 19**  
**RESULTADOS DEL PROCESO DE FISCALIZACION**

CIIU (1)	Número de Industrias Fiscalizadas	Sistema de Tratamiento	Observaciones
311	3	D	Deficiencias derivadas de alta carga orgánica y mala operación <sup>(*)</sup>
341	3	MB	Cuentan con laboratorio propio para control de dosificación de reactivos y operador calificado.
351	2	MB-E	Muy buena a excelente operación <sup>(**)</sup>
354	1	D	Problemas de diseño y operación.
381	1	E	Excelente operación.

Clave:

(1) CIIU: Código Industrial Internacional Uniforme.

D : deficientes MB: muy buenos E: excelente

(\*) la empresa peor evaluada en este CIIU tiene planta operada por terceros. No hay coordinación entre el operador de la planta de tratamiento y el generador de los residuos líquidos.

(\*\*) empresa mejor evaluada en este CIIU cuenta con asesoría externa además del personal propio.

### 3. Conclusiones y recomendaciones

El programa de fiscalización del autocontrol muestra, en la etapa de ejecución/99 una buena correlación entre autocontrol y fiscalización, es decir, entre resultados informados por la empresa y los determinados por el organismo fiscalizador.

Asimismo muestra que la calidad del efluente obtenido en la operación de las plantas de tratamiento de RILES depende, fundamentalmente, de la capacitación de sus operadores y de la existencia, en la planta misma, de laboratorios que apoyen el control de procesos.

El programa muestra además que la operación de las plantas de tratamiento de RILES, por operadores externos, exige una permanente coordinación y estrecha colaboración entre el generador de RIL y el operador de la planta.

La experiencia obtenida en este programa CENMA/SISS muestra la urgente necesidad de fortalecer las acciones de autocontrol, principalmente, en lo que se relaciona con la capacitación de operadores de planta de tratamiento de RILES, actividad en la que CENMA puede, en el futuro, jugar un importante papel dado su completa infraestructura y el nivel de sus profesionales.

Unido a esto debe destacarse la también urgente necesidad de asegurar la calidad de los laboratorios de aguas participantes, en el análisis de las muestras de autocontrol, a objeto de que el país pueda, con certeza privilegiar el autocontrol por sobre la fiscalización, con el consiguiente beneficio económico para todos los actores involucrados en la protección del medio ambiente.



## Gestión de los residuos peligrosos en México

---

***Dra. Cristina Cortinas de Nava***<sup>26</sup>

### 1. Resumen

La gestión de los residuos peligrosos en México se inicia en 1988, a partir de la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), de su Reglamento sobre Residuos Peligrosos y de siete Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en la materia, los cuales obligan a los generadores a manifestar la generación de tales residuos y establecen que su manejo por terceros debe darse a través de empresas autorizadas, creándose con ello las condiciones para el desarrollo de los mercados de servicios.

Por lo antes expuesto, el análisis de lo ocurrido en dicha gestión tiene como punto de partida el año 1988 y como límite el tiempo transcurrido en el año 2000; aunque, en particular, se resaltan los cambios introducidos a partir de 1998.

Asimismo, el análisis está centrado en los dos aspectos antes señalados: manifestación de la generación de los residuos peligrosos y creación de la infraestructura para su manejo, sin dejar de lado el

---

<sup>26</sup> Directora General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, SERMARNAP e INE. Este análisis representa la opinión de la autora.

papel que han jugado en ello los diversos instrumentos en los que se sustenta la gestión, como son los enfoques de política, las disposiciones jurídicas promulgadas, los trámites administrativos que derivan de ellas, los programas operativos, así como la comunicación y la concertación con los diversos sectores sociales. También destaca en el análisis, el papel que juega la generación, ponderación y difusión de la información, para orientar la toma de decisiones en este campo.

El análisis de los avances se matiza a través de resaltar las incertidumbres existentes y de señalar los problemas identificados, de manera a sustentar el planteamiento de oportunidades para fortalecer la gestión de los residuos peligrosos y de esbozar las perspectivas al respecto.

En cuanto a las actividades consideradas altamente riesgosas, en las que se manejan materiales peligrosos en cantidades y condiciones que pueden propiciar accidentes mayores que dañen a la población y al ambiente, el enfoque de la gestión está centrado en tres aspectos: el incremento en la seguridad de las actividades, el control de los usos del suelo y el desarrollo de programas para la prevención de accidentes.

Desde 1988, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estableció la obligación para las empresas que proyecten realizar actividades altamente riesgosas de realizar un estudio de riesgo para estimar la probabilidad de accidentes y los alcances de éstos, así como determinar las medidas de seguridad a implantar. Adicionalmente, la Ley establece que dichas empresas deben elaborar un programa para la prevención de accidentes. Para evitar los asentamientos humanos y actividades incompatibles junto a las instalaciones riesgosas, la Ley prevé la creación de zonas intermedias de salvaguarda.

Al modificarse la Ley en 1996, se hizo obligatorio a las empresas en operación altamente riesgosas, el realizar estudios de riesgos y elaborar programas para la prevención de accidentes.

## **2. Avances en la gestión de los residuos peligrosos**

### **a) Manifestación de la Generación**

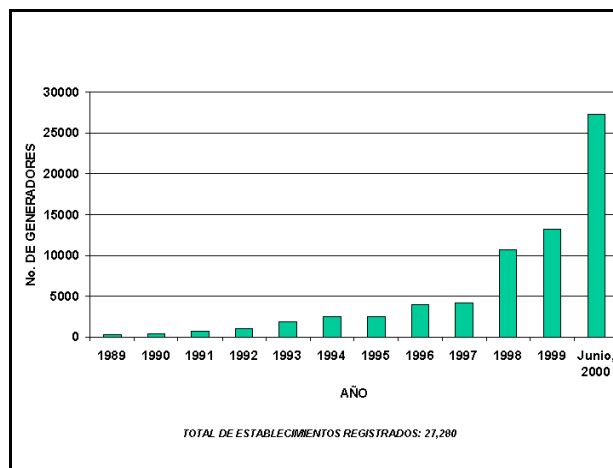
De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), todo generador de residuos peligrosos debe manifestar dicha generación a la Secretaría correspondiente, es decir la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), sin que se distinga a los grandes de los pequeños generadores en cuanto al cumplimiento de esta obligación.

En el gráfico 17, se describe como ha evolucionado de 1988 a la fecha el registro de generadores, identificándose un incremento significativo de éstos en los últimos tres años (1998-2000), el cual debe interpretarse con cautela pues, entre otros, puede ser el resultado de una comunicación más expedita de la información por parte de las delegaciones de la SEMARNAP en las distintas entidades federativas, que registran a los generadores ubicados en ellas.

En el gráfico 18, se indica que a la fecha se han registrado 27.280 empresas como generadoras de residuos peligrosos en el país, aunque se sabe que existen más de 200 mil industrias manufactureras, muchas de las cuales pueden ser generadoras potenciales. Es importante destacar que la planta de la industria de la transformación en México, está conformada en un 98% por empresas micro, pequeñas y medianas; de manera que si en el país ocurre lo mismo que en los Estados Unidos en donde un 2% de la industria genera más del 90% de los residuos peligrosos, es probable que entre las empresas registradas se encuentren las que generan el mayor volumen de estos residuos.

**Gráfico 17**

**EVOLUCION DEL REGISTRO DE EMPRESAS GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS**

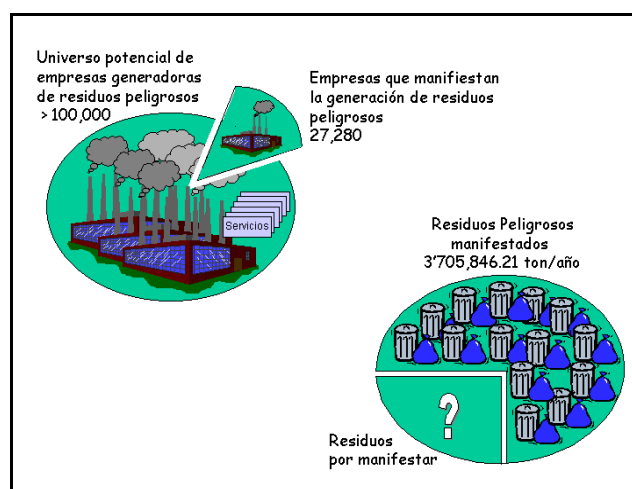


**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. Julio 2000.

Por lo anterior, se piensa que el volumen de residuos peligrosos manifestados por las empresas registradas es de alrededor de 3.705.846,21 toneladas anuales, incluye la mayor parte de los que deben estarse generando, sin tomar en cuenta los pasivos acumulados o almacenados en las empresas.

**Gráfico 18**

**UNIVERSO DE EMPRESAS QUE MANIFIESTAN LA GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS Y VOLUMEN ANUAL DE GENERACION**

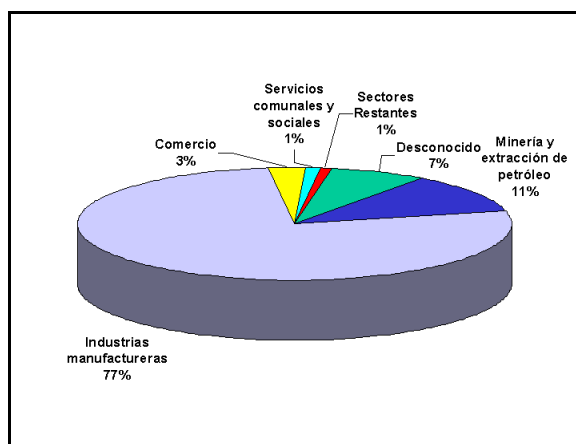


**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. Julio 2000.

A partir del análisis de cerca de 11 mil manifestos presentados por unas 3 mil empresas en el periodo 1989-1996, se identificó que éstas reportaron una generación anual de aproximadamente

2.074.287 toneladas de residuos peligrosos. Mientras que, las 24.280 empresas restantes del total registrado (27.280), aparecen como responsables de la generación de 1.631.559,21 ton/año, lo que indica que se trata de empresas con menor volumen de generación. El gráfico 19 ilustra cómo se distribuyen las 3.000 empresas estudiadas en el periodo mencionado y la importancia en ese grupo de las industrias manufactureras o de la transformación.

**Gráfico 19**  
**PARTICIPACION DE LOS SECTORES INDUSTRIALES EN LA GENERACION DE**  
**RESIDUOS PELIGROSOS (ESTUDIO DE 3 MIL EMPRESAS**  
**REGISTRADAS DURANTE EL PERIODO 1989-1996)**



**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. 1997.

A su vez, el gráfico 20, describe cuál es la proporción de los residuos peligrosos de los distintos tipos que generó el grupo de 3 mil empresas registradas en el periodo citado, observándose que los aceites y disolventes usados constituyen cerca del 30% del total generado, lo cual desde la perspectiva de su reciclado potencial, es favorable para el desarrollo de este tipo de infraestructura.

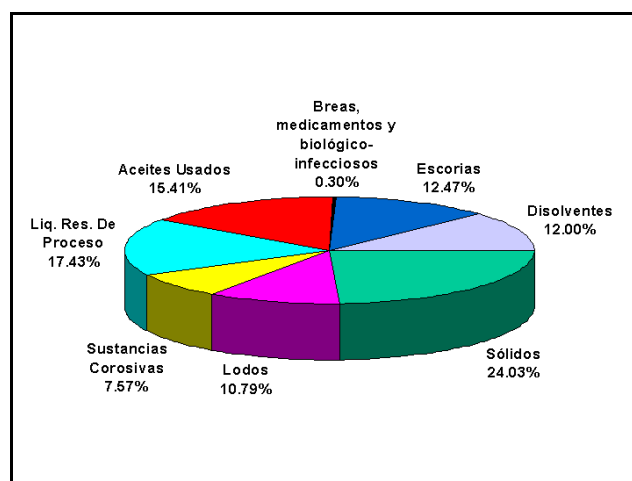
Por su parte, el cuadro 20 describe cómo se distribuyen en las distintas entidades del país los generadores de residuos peligrosos y el volumen de generación por entidad. Esta información debe manejarse con cautela pues a primera vista se observan algunas posibles discrepancias, tomando en cuenta el desarrollo industrial de dichas entidades y el tipo de industrias predominantes en cada una de ellas.

El conjunto de la información antes descrita, aún cuando imprecisa, permite conocer qué tanto se ha avanzado en lograr el cumplimiento de las disposiciones legales, así como la demanda potencial de servicios de manejo de residuos peligrosos en las distintas entidades del país.

Es importante mencionar, que durante 1999 y en el presente año, se han destinado presupuestos importantes a la captura y análisis de la información de los manifiestos e informes periódicos, tanto de generadores como de empresas de servicios de manejo de residuos peligrosos, con lo cual se espera precisar más este tipo de diagnóstico.

**Gráfico 20**

**PROPORCION DE RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS POR 3 MIL  
EMPRESAS REGISTRADAS EN EL PERIODO 1989-1996**



**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. 1997.

**Cuadro 20**

**EMPRESAS QUE MANIFIESTAN LA GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS  
Y VOLUMEN DE RESIDUOS GENERADOS**

ESTADO	Nº DE EMPRESAS	GENERACION (ton/año)	ESTADO	Nº DE EMPRESAS	GENERACION (ton/año)
Aguas calientes	608	9.554,77	Morelos	562	8.315,97
Baja california	2.359	33.523,00	Nayarit	263	2.389,85
Baja California Sur	124	107,50	Nuevo León	1.143	253.079,48
Campeche	183	58.501,91	Oaxaca	131	60.533,73
Coahuila	1.020	2.359,34	Puebla	480	11.200,00
Colima	254	1.697,73	Queretaro	507	13.878,91
Chiapas	527	939,20	Quintana Roo	278	48,68
Chihuahua	2.224	3.862,50	San Luis Potosí	341	29.292,40
Distrito Federal	3.955	624.995,00	Sinaloa	220	6.332,07
Durango	272	976,57	Sonora	545	7.404,50
Guanajuato	1.181	1.148.550,35	Tbasco	314	134.096,00
Guerrero	255	1.282,52	Tamaulipas	409	218.576,20
Hidalgo	916	392.843,47	Tlaxcala	550	52.275,40
Jalisco	1.686	4.722,72	Veracruz	478	152.862,26
México	4.429	233.640,00	Yucatan	659	2.441,16
Michoacán	223	233.680,58	Zacatecas	184	1.882,45
<b>TOTAL</b>				<b>27.280</b>	<b>3.705.846,21</b>

**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. Julio 2000 (Nota: Incluye Biológico-Infecciosos)

## b) Creación de infraestructura

La descripción de las tendencias en el crecimiento de la infraestructura de servicios de manejo de residuos peligrosos parte del año de 1988 para los residuos industriales y del año 1996 para los biológico-infecciosos, dado que la Norma Oficial Mexicana (NOM-087-ECOL-1995), que regula el manejo de estos últimos fue publicada a finales del año 1995. Es importante mencionar que la infraestructura de servicio al público está financiada por capital privado.

Para juzgar sobre la pertinencia de la infraestructura, entre otros, se han considerado los siguientes factores:

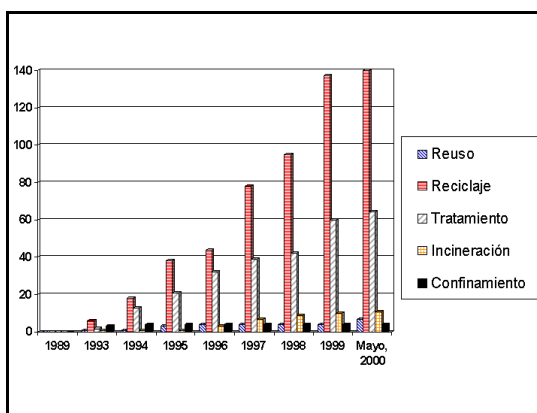
- Que responda a la política ambiental en la materia, la cual prioriza la minimización (reuso, reciclado), en segundo lugar el tratamiento para reducir volumen y peligrosidad de los residuos y en último lugar el confinamiento.
- Que se distribuya geográficamente de manera a responder a las necesidades de las distintas regiones del país.
- Que ofrezca una capacidad instalada suficiente para satisfacer la demanda.

### Infraestructura de manejo de residuos industriales peligrosos

En el gráfico 21, se describe cómo ha evolucionado la creación de infraestructura para el manejo de los residuos industriales peligrosos a partir de 1988, observándose un lento despegue que empieza a ser significativo hasta después de 1993.

También, destaca el hecho de que el mayor crecimiento ha sido en empresas que proporcionan servicios de reciclado o tratamiento de residuos, más no de confinamiento, ya que de tres confinamientos de servicio público autorizados sólo opera uno, pues existió oposición pública a la operación de los otros dos. Esto último es interesante, pues la normatividad que más se desarrolló fue la relativa a instalaciones de confinamiento, a pesar de lo cual se ha dificultado la creación de la infraestructura correspondiente.

**Gráfico 21**  
**TENDENCIA EN LA CREACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS EN MEXICO EN EL PERIODO 1988-MAYO 2000**



Fuente: Instituto Nacional de Ecología. 2000.



En el cuadro 21, se resume cómo se distribuye la infraestructura de recolección, transporte, acopio/almacenamiento, reuso/reciclado, tratamiento y confinamiento en las distintas entidades del país, lo cual permite determinar las zonas o regiones en las cuales existe escasa infraestructura.

**Cuadro 21**

**DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS EMPRESAS AUTORIZADAS A BRINDAR SERVICIOS DE  
MANEJO DE RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS EN MEXICO**

Estado/ Manejo	Recolección y transporte	Almacén temporal	Reuso	Reciclaje	Tratamiento	Incineración	Confinamiento	TOTAL
Aguas calientes	2	1	0	1	2	0	0	6
Baja California	27	11	0	9	1	0	0	48
Baja California Sur	0	1	0	1	0	0	0	2
Campeche	0	0	0	0	1	0	0	1
Coahuila	14	0	0	6	1	0	0	21
Colima	0	1	0	2	0	0	0	3
Chiapas	0	1	0	0	0	0	0	1
Chihuahua	19	6	0	3	1	0	0	29
Distrito Federal	29	4	0	9	24	0	0	66
Durango	3	4	1	1	0	0	0	9
Guanajuato	4	4	0	4	4	0	0	16
Guerrero	2	0	0	1	0	0	0	3
Hidalgo	7	1	0	8	0	0	0	16
Jalisco	13	4	0	7	0	2	1	27
México (EDO. de)	50	14	6	45	7	3	0	125
Michoacán	1	2	0	0	0	1	0	4
Morelos	3	2	0	1	0	2	0	8
Nayarit	1	1	0	0	0	0	0	2
Nuevo León	72	15	0	21	8	1	1	118
Oaxaca	1	0	0	1	0	0	0	2
Puebla	13	4	0	3	0	0	0	20
Querétaro	3	2	0	2	0	0	0	7
Quintana Roo	1	1	0	0	0	0	0	2
San Luis Potosí	3	1	0	3	0	0	1	8
Sinaloa	0	2	0	0	0	0	0	2
Sonora	6	4	0	3	0	0	1	14
Tabasco	5	2	0	1	7	0	0	15
Tamaulipas	24	10	0	2	7	0	0	43
Tlaxcala	3	1	0	2	0	1	0	7
Veracruz	10	3	0	3	1	1	0	18
Yucatán	4	3	0	1	0	0	0	8
Zacatecas	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>320</b>	<b>105</b>	<b>7</b>	<b>140</b>	<b>64</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>651</b>

**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. Mayo 2000.

En el cuadro 22, se resume cual es la capacidad instalada para las distintas modalidades de manejo de los residuos peligrosos, poniendo dicha capacidad en perspectiva respecto del volumen de generación anual manifestado, esto con el propósito de evaluar en qué medida se está satisfaciendo la demanda de servicios. Este análisis, sin embargo, sólo debe considerarse como una primera aproximación, ya que para que sea satisfactorio, se necesitará conocer con mayor precisión el volumen de las distintas corrientes de residuos generadas, pues cada corriente puede ser manejada por una gama variada de posibles tecnologías.

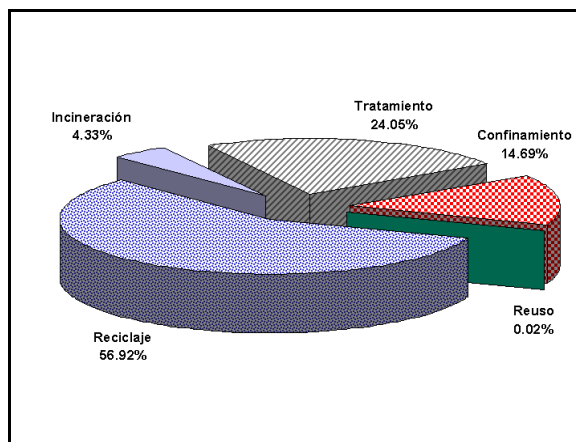
Para hacer más gráfica la distribución de la capacidad instalada respecto a las diferentes modalidades de manejo de los residuos, se describe ésta en el gráfico 22.

**Cuadro 22**  
**CAPACIDAD INSTALADA PARA REUSO, RECICLADO, TRATAMIENTO**  
**Y CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

Manejo	Capacidad Instalada (Ton/Año)
Reuso	799
Reciclaje	2.557.519
Tratamiento	1.080.750
Incineración	194.418
Confinamiento	660.000
<b>Total</b>	<b>4.493.486</b>

**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología, Mayo 2000.

**Gráfico 22**  
**CAPACIDAD INSTALADA PROPORCIONAL DE LAS DISTINTAS MODALIDADES**  
**DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS**



**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. Mayo 2000.

En cuanto al reciclado de residuos peligrosos se refiere, el cuadro 23 resume cuáles son las corrientes de residuos que se reciclan, cuál es la capacidad instalada respecto de cada una de ellas y cuántas empresas autorizadas ofrecen este servicio.

En el cuadro 23 se observa la importancia que está adquiriendo, en particular, el reciclado de lubricantes usados y su empleo como combustible alternativo, mientras que en el gráfico 23 se muestra la distribución en el país de las empresas que pueden utilizar dicho combustible alternativo.

De lo antes expuesto se infiere que existe una buena capacidad instalada para manejar residuos industriales peligrosos, aunque no distribuida satisfactoriamente en todo el territorio nacional en algunos rubros y mucha de creación reciente. Se está investigando actualmente cuánta de esa capacidad está siendo ocupada y cuánta está ociosa.

En lo que se refiere a los residuos biológico-infecciosos, el gráfico 24 describe la rapidez con la cual se desarrolló la infraestructura de manejo, después de la publicación de la norma correspondiente.

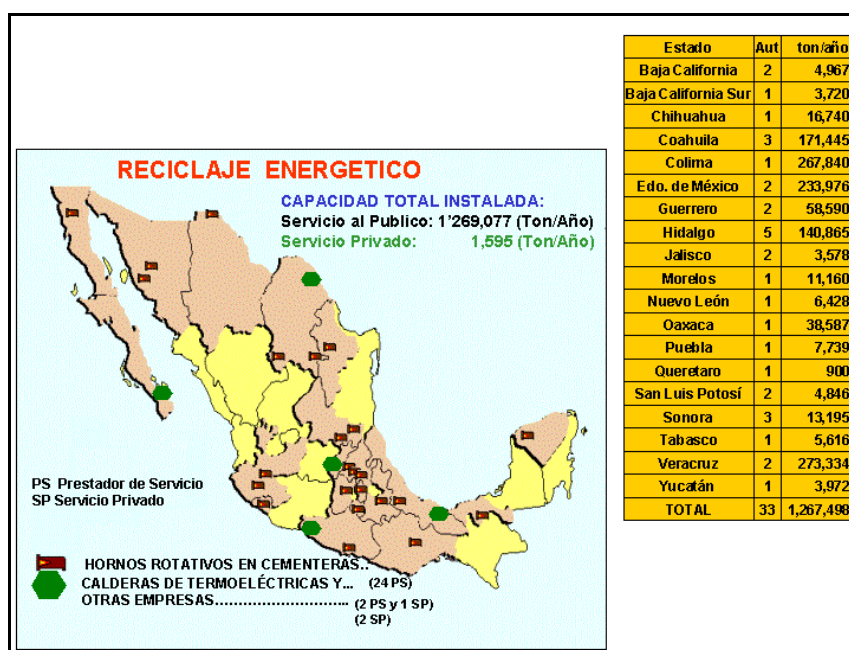
**Cuadro 23**  
**CAPACIDAD INSTALADA PARA RECICLAR RESIDUOS PELIGROSOS**

Reciclaje de:	Capacidad Instalada (ton/año)	Número de Empresas
Aceites Lubricantes Usados	12.206	6
Acumuladores	86.400	2
Disolventes	197.369	21
Metales	517.164	22
Tambores y Envases	44.863	34
Líquido Fotográfico	1,5	2
Lubricantes (formulación de combustible alterno)	518.419	13

**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. Mayo 2000.

**Nota:** No se incluye la capacidad instalada de las empresas autorizadas a utilizar los lubricantes usados como combustible alterno.

**Gráfico 23**  
**DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS EMPRESAS QUE UTILIZAN COMBUSTIBLES  
ALTERNOS FORMULADOS A PARTIR DE LUBRICANTES USADOS**



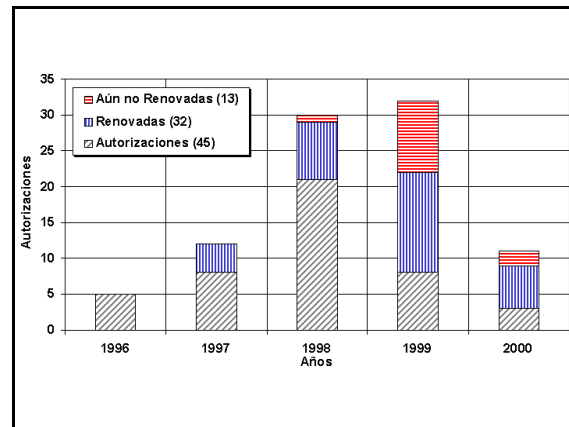
**Fuente:** Instituto Nacional de Ecología. Mayo 2000.

A su vez, el gráfico 25 muestra cómo la distribución de la infraestructura se agrupó principalmente en las entidades de la región central del país y cómo la capacidad instalada superó la demanda considerablemente. Finalmente, en el gráfico 26 se muestra el tipo de empresas de tratamiento que se distribuyen en las distintas entidades del país.

La experiencia resultante del desarrollo de la infraestructura para el tratamiento de los residuos biológico-infecciosos en México, muestra los problemas que ocasiona el que ésta no se haya planificado para responder a las necesidades de las distintas regiones del país, así como de los

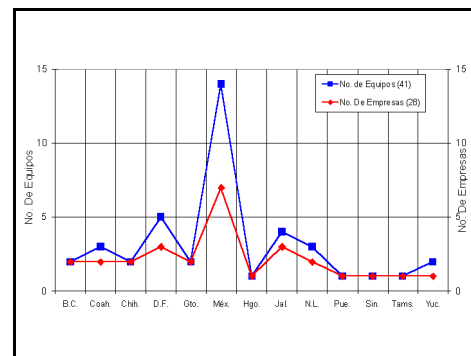
grandes y pequeños generadores, ya que actualmente mucha de esa infraestructura opera con capacidad ociosa.

**Gráfico 24**  
**TENDENCIA EN EL CRECIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS EN MÉXICO**



Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Agosto 2000.

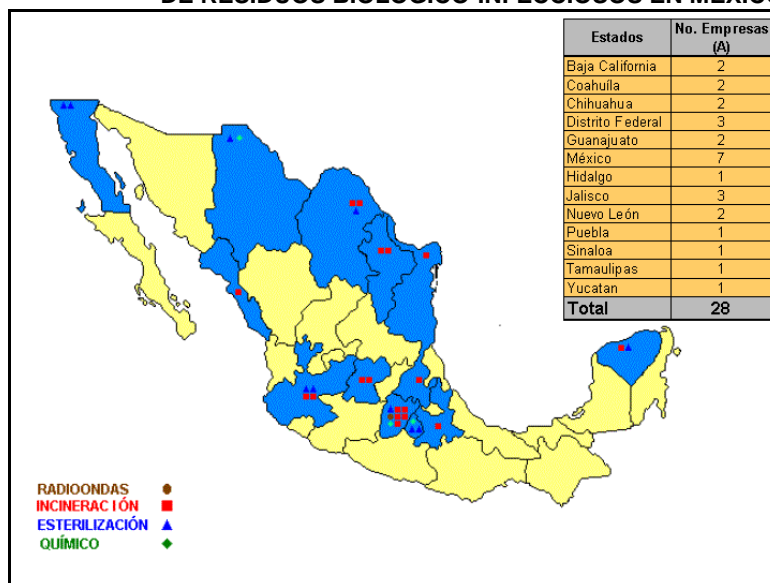
**Gráfico 25**  
**DISTRIBUCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS EN MÉXICO Y CAPACIDAD INSTALADA**



Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Agosto 2000.

Gráfico 26

### DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS DISTINTAS MODALIDADES DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS EN MEXICO



Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Agosto 2000.

### c) Proceso de mejora regulatoria

En el marco de la modernización de la administración pública y de la mejora regulatoria, se han revisado, adecuado y simplificado un gran número de trámites administrativos para emitir todo tipo de autorizaciones. Los procedimientos para realizar dichos trámites y emitir las autorizaciones han sido publicados en el curso de 1999, en el Diario Oficial de la Federación.

También, se ha desconcentrado a las Delegaciones de la SEMARNAP en las entidades federativas, la responsabilidad de llevar el registro de las empresas generadoras de residuos peligrosos en sus entidades, de desarrollar sus sistemas de información a partir de los informes periódicos que reciben de ellas y de las empresas de servicios. Al mismo tiempo se les ha delegado la facultad de emitir autorizaciones para el transporte, acopio y almacenamiento de los residuos peligrosos.

Como actualmente la gestión de los residuos peligrosos es competencia Federal, en los cambios ocurridos en la LGEEPA, en 1996, se introdujo uno relativo a convenir con los estados que así lo decidan, el que ellos se ocupen del control de los residuos de baja peligrosidad. Aunado a ello y como preparación a una futura descentralización de la gestión de todos los residuos peligrosos, se ha establecido un programa de fortalecimiento de capacidades, a través de la impartición de cursos de capacitación y el desarrollo de manuales de apoyo.

Adicionalmente a todo lo expuesto, se encuentran en revisión algunas de las normas emitidas a partir de 1988, tales como las relativas a la clasificación de los residuos como peligrosos, los procedimientos para la caracterización analítica de tales residuos, el manejo de los residuos biológico-infecciosos y los criterios para la selección de sitios para ubicar confinamientos.

Se ha publicado en enero del presente año el proyecto de norma oficial mexicana para el manejo de los bifenilos policlorados y ha sido aceptada por el Comité de Normalización la publicación del proyecto de norma sobre incineración. Se encuentran en desarrollo las normas sobre

criterios para seleccionar los sitios para ubicar presas de jales, así como para manejar los lubricantes usados.

Lo más importante desde la perspectiva regulatoria, es la adecuación del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos, el cual pasará a formar parte de un Reglamento sobre Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, basado en el enfoque de ciclo de vida de los materiales, a fin de promover su manejo seguro y ambientalmente adecuado, hasta que se conviertan en residuos peligrosos, así como prevenir que ocurran accidentes químicos en las instalaciones riesgosas.

#### d) Comunicación y participación social

Como estrategia para promover el fortalecimiento de las capacidades de gestión de las distintas entidades federativas, se ha creado la Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos (REMEXMAR), integrante de la Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos (REPAMAR), apoyada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), junto con la Agencia de Cooperación Alemana GTZ.

La REMEXMAR, es un organismo no gubernamental de carácter intersectorial en el que se invita a participar a representantes de instituciones gubernamentales estatales y municipales, de la industria, empresas de servicio, instituciones académicas, asociaciones profesionales y organizaciones civiles, entre otros.

A la fecha, se han creado Núcleos Técnicos de la Red en 20 entidades federativas, a los cuales se ha impartido cursos sobre gestión de los residuos peligrosos y asesorado para que participen en el diseño de programas de minimización y manejo integral de los residuos en sus entidades (gráfico 27). Se espera extender estas redes en el resto del territorio nacional y realizar en el presente año una reunión nacional de los coordinadores de las mismas para intercambiar experiencias y redefinir rumbos a seguir.

Gráfico 27

#### CREACION DE REDES DE MANEJO AMBIENTAL DE RESIDUOS EN EL PAIS



Fuente: Instituto Nacional de Ecología, Agosto 2000.

## **Tema III**

### **Requerimientos de investigación para apoyar la gestión ambiental en América Latina**

---





## Principales desafíos ambientales en América Latina y el Caribe

---

**Alicia Bárcena**<sup>27</sup>

Lo ambiental emerge en el contexto de la globalización como una dimensión reorientadora del desarrollo que califica el crecimiento económico al remitirse a los fundamentos mismos de la producción y el consumo. De esta manera, el desarrollo sostenible se apoya en el reconocimiento de la función que cumple el medio ambiente y los recursos naturales como base de sustentación material, ecosistémica, ambiental y energética de los procesos económicos.

El desarrollo sostenible debe convertirse en el pilar de la transición de la modernidad hacia una posmodernidad caracterizada por cambios en los modos de producción y consumo acompañados de la innovación tecnológica con fundamentos de sostenibilidad ambiental, por lograr la competitividad económica a partir de la excelencia ambiental, por la valoración de la diversidad natural y cultural, por el fortalecimiento de lo local y por la democracia con ciudadanía potenciada por los avances en la comunicación y los sistemas de información.

Al final de esta década, es claro que a los problemas tradicionales de pobreza y desigualdad, se añaden los límites y requisitos ecológicos así como la necesidad de revertir los procesos de

---

<sup>27</sup> Directora de la División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos de CEPAL.

deterioro ambiental para lograr un desarrollo sostenible y equitativo en el próximo siglo dentro de un complejo contexto de globalización económica. En el ámbito nacional es urgente superar la degradación de la calidad del agua, del suelo y del aire, especialmente en las zonas urbanas que hoy albergan a más de tres cuartas partes de la población de la región y detener los procesos de desertificación y pérdidas de biodiversidad y de suelo para garantizar la sostenibilidad de la producción agropecuaria, minera y forestal. Se han alcanzado umbrales riesgosos en la explotación de los recursos naturales que requieren un cambio de rumbo ya que se han incrementado las actividades productivas exponencialmente frente a una dotación limitada de recursos ecológicos.

Los nuevos desafíos ambientales globales, tales como el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono, la degradación ambiental de cuencas, áreas costeras y océanos, la desertificación aunada a la pérdida de superficie arable, así como las crecientes tasas de extinción de especies de fauna y flora, entre otros, son una muestra de la insostenibilidad del estilo actual de desarrollo, poniendo también en tela de juicio los propios patrones culturales y valóricos de relación entre seres humanos y naturaleza.

La gestión ambiental como dimensión esencial del desarrollo sostenible demanda políticas públicas modernas acompañadas de conocimientos e instrumentos interdisciplinarios lo que implica un reto sociopolítico de gran envergadura al estar marcada por el conflicto de intereses de múltiples actores económicos. Esto presenta a los gobiernos el importante reto de emplazar nuevos marcos institucionales e instrumentales de gestión ambiental que puedan reorientar el desarrollo futuro hacia patrones de producción y consumo compatibles con la sostenibilidad ambiental y que a la vez puedan reducir los importantes rezagos sociales que acusa nuestra región.

América Latina y el Caribe presentan condiciones ecológicas, económicas y sociales que le proveen de innumerables ventajas comparativas en función de los servicios ambientales globales para ser más competitivos en el contexto de la globalización. Su enorme diversidad natural y cultural y los enfoques innovadores de integración regional logrados en algunas subregiones como Centroamérica son ejemplos relevantes de esta situación privilegiada.

Un enorme desafío a vencer es la actual disociación entre las políticas públicas y las preferencias ciudadanas, ya que con motivo de la Conferencia de Río también se han incorporado al debate del desarrollo sostenible, en forma creciente, nuevos actores no-estatales, con especial gravitación en la comunidad científica y el sector privado y la sociedad civil organizada. No cabe duda que en la última década, las cuestiones ambientales, que fundamentan la calidad de vida junto con la noción de distribución equitativa de costos y beneficios ambientales y de apropiación de recursos naturales están adquiriendo mayor relevancia en la agenda política y ciudadana.

La reinterpretación de la globalización a partir de nuevos fundamentos ético-políticos que emanan del desarrollo sostenible, la convergencia entre crecimiento económico, equidad y sostenibilidad ambiental, la redefinición de las ventajas comparativas de la región en función de la agenda global ambiental, la reestructuración de los espacios regionales y subregionales a partir de la sostenibilidad y la necesidad de una ciudadanía más solidaria, reflexiva y activa en materia ambiental que sea capaz de construir un nuevo pacto social en torno al desarrollo sostenible, son, por lo tanto, cuestiones esenciales que demandan respuestas por parte de la región en esta nueva etapa.

Un paso esencial para lograr la convergencia entre crecimiento económico y sostenibilidad consiste en emplazar un marco de políticas e instituciones que abran cursos de acción pragmáticos para ir desfasando actividades que minan la base productiva y ponen en peligro la capacidad de la misma de continuar produciendo un flujo continuo de ingresos y/o servicios. En este sentido lo que debe buscarse es la complementariedad entre el patrón de crecimiento económico y las metas de sostenibilidad a través de políticas acertadas que regulen conductas e induzcan los incentivos

correctos para la producción y el consumo. Esto implica corregir fallas de política y fallas de mercado causadas por la ausencia de precios y regímenes efectivos de propiedad, y mercados incompletos para numerosos recursos naturales y servicios ambientales.

Desde esta perspectiva, con políticas e instituciones ambientales que se ocupen de los aspectos que el mercado no puede rectificar (generaciones futuras, daños irreversibles, etc.) y que generen señales correctas a los actores sociales y económicos debiera ser posible lograr crecimiento económico protegiendo la calidad del ambiente y la integridad del acervo de capital en su sentido más amplio. Un crecimiento económico con estas características enmarcado en una visión de largo plazo, es necesario para producir excedentes genuinos que puedan invertirse en mejorar la calidad de vida de la población e incorporar los sectores socialmente rezagados al proceso de desarrollo.

En la medida que los países de América Latina y el Caribe buscan una mayor y mejor inserción en el comercio internacional y que su patrón de especialización productiva siga las tendencias descritas, ello implicará mayores inversiones en servicios, tecnologías y sistemas de gestión ambiental. Así como también cambios que la región deberá introducir en sus prácticas productivas y regímenes ambientales para estar acorde con las exigencias que provienen de los mercados internacionales y proteger la continuidad misma de su base productiva evitando una tasa de explotación de sus recursos ambientales mayor que su ritmo natural de regeneración.

Los países de la región no disponen de grandes márgenes de maniobra para ajustar sus sistemas productivos a las exigencias ambientales de los principales mercados de exportación. La forma cómo ha de alcanzarse esta adecuación guarda una estrecha relación con el tipo de manejo tecnológico y ambiental prevaleciente en los países desarrollados, porque son ellos los que dominan el comercio mundial y exportan la mayor parte de bienes y servicios entre sí. Son por lo tanto también ellos los que definirán el patrón productivo, tecnológico y ambiental que prevalecerá en el resto del mundo.

Ante el creciente temor de muchos países de la región por evitar que la dimensión ambiental dé lugar a nuevas “condicionalidades” es necesario formular posiciones claras y no evasivas en torno al binomio comercio-medio ambiente en el marco de los regímenes existentes. Por ello, habrá que insistir, en los países de la región, en la conveniencia y necesidad de complementar el proceso de apertura con una adecuada política ambiental respaldada por una sólida estructura institucional. Será imprescindible para mejorar la competitividad sistémica del aparato productivo y exportador (particularmente de las pequeñas y medianas empresas) el que la política ambiental se formule y ejecute en forma articulada con el conjunto de políticas económicas, tecnológicas, y sociales que operan sobre estos agentes.

Este objetivo lleva implícito la reestructuración de los procesos de integración de los espacios regionales y subregionales a partir de los desafíos que imponen las metas de desarrollo sostenible. En respuesta a este nuevo escenario internacional, los países de la región tienden a fortalecer y/o crear una serie de procesos y mecanismos regionales y subregionales de cooperación de gran importancia en el ámbito ambiental. En unos casos son el resultado de extender mecanismos de cooperación existentes a temas ambientales. Tal es el caso del Tratado Amazónico, firmado en 1978 y que en 1989 creó la Comisión Especial para el Medio Ambiente de la Amazonía. En otros casos, el desarrollo sostenible constituye el eje mismo en torno al cual se articula la cooperación supranacional como es el caso del Programa de Acción para el Desarrollo Sostenible de los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo del Caribe, que se aprobó en Barbados en 1997 y la Alianza Centroamericana de Desarrollo Sostenible (ALIDES), creada en 1994.

América Latina y el Caribe es la región del planeta con mayor riqueza en biodiversidad. El tema de biodiversidad da lugar a un aspecto fundamental del desarrollo sostenible que es el respeto y valoración del pluralismo cultural. La apropiación de los beneficios de las aplicaciones

comerciales de las nuevas biotecnologías es un tema emergente de gran importancia ecológica, económica y social que plantea grandes interrogantes. La agrobiodiversidad genética vegetal de “commodities” esenciales existentes hoy día es el resultado de miles de años de conocimiento que incluye la domesticación, conservación y desarrollo *in situ* de la biodiversidad agrícola. El reconocimiento del papel de los agricultores en el desarrollo y conservación de esta biodiversidad se conoce como “derechos del agricultor” y no forman parte de los derechos de propiedad de las innovaciones vegetales. La ausencia de mecanismos de acceso, apropiación y captura de renta de la explotación y comercialización de recursos genéticos puede convertirse en una fuente de conflictos sociales de importancia para nuestra región por lo que es importante incorporar claramente estos derechos en los marcos jurídicos vigentes.

En relación con el tema de cambio climático, datos aportados por la comunidad científica demuestran que la actividad económica es responsable del cambio observado en la composición de la atmósfera en su contenido de los gases que causan el efecto invernadero. Por ejemplo la concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera casi se ha duplicado en relación al nivel prevaleciente antes de la revolución industrial a comienzos del siglo pasado. Estabilizar la composición de la atmósfera requiere reestablecer el equilibrio entre emisiones de carbono anuales y la capacidad de absorción de los ecosistemas que pueden actuar como sumideros de carbono durante el mismo periodo (crecimiento de biomasa vegetal y dilución en océanos).

La región se encuentra ante la oportunidad de participar en este mercado a través de proyectos que disminuyan las emisiones de carbono optando por fuentes de energía más eficientes y de ser posible alternas (energía eólica, solar o hidráulica) o bien a partir de mantener y/o enriquecer ecosistemas con alta capacidad de absorción de carbono, contando con el apoyo tecnológico y financiero de parte de los países industrializados para lograr esta transición. Se hace urgente que la región se prepare para participar en este mercado potencial y a la vez que desarrolle estrategias conjuntas que le permitan a la región precios competitivos ante estas perspectivas de intercambio de emisiones de carbono.

Dentro del marco del Protocolo de Kioto, la negociación del “Mecanismo de Desarrollo Limpio” (MDL) permitiría, así, a los países de la región tener mejores oportunidades para comercializar servicios ambientales globales asociados a la reducción/mitigación de emisiones de carbono.

A partir de Río, se han hecho esfuerzos importantes para estructurar la gestión ambiental en todos los niveles del Estado. Prácticamente en todas las Constituciones Políticas de la región se han incorporado deberes y facultades del Estado respecto a la sostenibilidad y la protección ambiental, sin discriminar entre los poderes que lo integran, lo que significa que se trata de un compromiso o mandato para los tres Poderes en el marco de los roles que a cada uno compete.

El papel más amplio ha correspondido al Poder Ejecutivo con la creación en la última década de un mayor número de ministerios del ambiente o entidades equivalentes en varios países de la región, lo cuál muestra que los gobiernos han asumido como definitivo que los problemas ambientales deben ser encarados por el Estado. En la región se reconocen dos tipos de conformación de la máxima autoridad del organismo ambiental principal: una de carácter ministerial (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Uruguay y Venezuela) y otra a partir de organismos colegiados (Chile, Perú y Guatemala). En los países anglófonos del Caribe subsisten casos de asociación de lo ambiental en un mismo organismo con otros temas sectoriales.

Sin embargo, a pesar de la creación de dichas instituciones de alto nivel, los principios de protección ambiental y de desarrollo sostenible siguen siendo visualizados por gran parte de los sectores productivos y por no pocos de los sectores económicos de los gobiernos como una

restricción al desarrollo, impuesta externamente. Aunado a esto, la mayor parte de las decisiones de los agentes que afectan el medio ambiente no responden a señales originadas en el regulador ambiental sino principalmente a decisiones de las autoridades económicas y por ende constituyen políticas ambientales “implícitas”, cuyas implicaciones ambientales no son abocadas explícitamente. Los temas de sostenibilidad ambiental ocupan todavía un papel secundario y la inversión pública y privada así como la voluntad política para resolver conflictos ambientales en la práctica son totalmente insuficientes para superar el déficit que existe frente a los niveles de deterioro ambiental y degradación de recursos naturales. Esto se refleja en la enorme fragilidad e inestabilidad de las instituciones ambientales creadas por el Poder Ejecutivo, que están sujetas a cambios constantes de acuerdo con las administraciones y tendencias políticas de cada país.

Adicionalmente, las políticas públicas se han centrado en las instancias del poder ejecutivo y poco se ha avanzado en el papel del poder legislativo y el poder judicial. En la mayoría de los países se han creado comisiones especializadas de medio ambiente en los parlamentos, hecho que ha contribuido en forma importante para avanzar en el debate legislativo sobre temas ambientales. Sin embargo, hace falta examinar y fortalecer las capacidades del poder legislativo para responder mejor a las demandas ciudadanas y para brindar mayor sustento legal a las políticas ambientales y a los compromisos internacionales adquiridos por el Poder Ejecutivo. Una forma de reforzar el papel complementario de estos dos poderes, consiste en el desarrollo de instituciones de control del Ejecutivo que reportan al Poder Legislativo, con expresas o implícitas atribuciones en materia ambiental como es el caso de los Defensores del Pueblo (Ombudsman) y otras instancias ciudadanas de iniciativa legislativa.

Diversas evaluaciones recientes de las experiencias de organización institucional pública en materia ambiental realizadas tanto por el Banco Mundial como por el Banco Interamericano de Desarrollo han puesto de manifiesto el papel central que juega la consolidación de una institucionalidad fuerte en los tres poderes del Estado para el desarrollo ambiental y para responder a los retos de las políticas económicas y sociales. Esto implica hacer esfuerzos importantes por fortalecer los instrumentos de regulación directa (comando y control) tanto de carácter reactivo tales como las acciones de combate a la contaminación, con el objetivo de disminuir los efectos negativos que se generan desde la producción y el consumo, como de carácter preventivo cuyos instrumentos principales están vinculados a la planificación tales como el ordenamiento ecológico del territorio y las evaluaciones de impacto ambiental. A ello cabe agregar el tema de la vulnerabilidad ambiental como un tema clave de prevención. Los recientes desastres naturales que han azotado a la región, están planteando al tema de vulnerabilidad ambiental como un tema emergente y urgente que debe ser considerado como una variable central en la planificación regional, nacional y local.

Adicionalmente a la modernización de las políticas ambientales del Estado, el desafío a vencer es proponer instrumentos innovadores que promuevan la competitividad económica y la equidad social y que reformen y/o complementen el grueso de las políticas ambientales explícitas existentes en la región y reorienten las políticas implícitas. En esta materia, en los últimos años, se ha otorgado un énfasis relativo al uso de los instrumentos de regulación indirecta, o económicos. La flexibilidad que ofrecen estos instrumentos permite, en particular, a los agentes minimizar el costo de cumplir con la regulación, disminuyendo el costo total que la sociedad debe incurrir para lograr sus metas de calidad ambiental. En ello ha incidido, sin duda, el desprestigio en que han caído las normas de regulación directa. La eficacia de las regulaciones indirectas depende, sin embargo, de la eficiencia en el funcionamiento de los mercados y éstos, a su vez, del grado de desarrollo institucional alcanzado.

En particular existen oportunidades para hacer un uso más extenso de cargos, impuestos y tarifas por el uso de recursos naturales y/o por emitir distintos tipos de contaminación al medio

ambiente. El éxito obtenido por algunos esfuerzos preliminares de aplicación de este tipo de cargos sugiere que los mismos pueden contribuir significativamente al logro de objetivos de mejora de la calidad ambiental, al financiamiento local de infraestructura de saneamiento ambiental, y al fortalecimiento de instituciones locales de gestión ambiental, al crear vías para la captación de recursos propios. Dadas las necesidades actuales de fortalecimiento de las instituciones ambientales en la región, cobra creciente importancia la posibilidad que permite esta categoría de instrumentos de captar recursos que pudieran destinarse directamente a mejorar la gestión ambiental y fortalecer las instituciones responsables. Este objetivo requiere que los recursos captados no se reciclen a través del fisco sino que sean destinados específicamente a las instituciones responsables de la gestión ambiental en las localidades donde se cobran los cargos, tasas, o impuestos (recaudación específica o “*earmarked revenue*”). Es necesario evaluar si una aplicación más sistemática de este tipo de cargos puede contribuir significativamente al fortalecimiento y desarrollo de las instituciones de gestión ambiental y a un rol más protagónico de los organismos de gestión ambiental en la administración directa de incentivos económicos y estrategias de autofinanciamiento para infraestructura ambiental.

Los incentivos fiscales y los instrumentos de fomento que ofrecen facilidades financieras y líneas de crédito a inversiones y actividades con externalidades ambientales positivas son la contraparte de los cargos e impuestos que se aplican a las negativas. Estos instrumentos generalmente se utilizan para incentivar y promover inversiones en tecnologías de producción más limpia, infraestructura ambiental, y actividades de capacitación técnica, conservación y recuperación ambiental como en el caso de la reforestación y técnicas de prevención de contaminación. Este tipo de instrumentos encuentra importantes aplicaciones cuando se dirige a promover inversiones ambientales en los sectores de pequeña y mediana empresa (PYMES) que por sus características, estructuras de costo y necesidades de apoyo técnico, responden mejor a estrategias de fomento que a la imposición de cargos y/o impuestos. Países como Chile han incorporado líneas de crédito e instrumentos de fomento a la producción limpia en PYMES dentro del paquete de políticas públicas que desarrolla el Ministerio de Economía destinado a apoyar la competitividad del aparato productivo de ese país. La región cuenta con relativamente poca experiencia en la utilización de estos instrumentos y su aplicación a la gestión ambiental, lo cual abre un importante espacio de oportunidades para ensayar su aplicación, especialmente en aquellos países con mayor desarrollo institucional.

La eliminación de subsidios con efectos ambientales negativos ha sido objeto de discusión. Sin embargo, la posibilidad de eliminar los subsidios en su totalidad (incluyendo aquellos asociados al pago incompleto de los servicios ambientales) presenta barreras quizá insuperables. El caso del agua es el más evidente. Su costo debería incluir, no sólo el costo del servicio propiamente dicho, sino también el del procesamiento de las aguas servidas y, como correctamente lo reclamaban los Ministros del Ambiente, el del mantenimiento de las fuentes. En condiciones como las de muchos países latinoamericanos, donde no se alcanza la cobertura total del acueducto y, especialmente de alcantarillado, donde el tratamiento de aguas servidas es todavía incipiente y donde las fuentes vienen experimentando un grado considerable de deterioro, las necesidades de financiamiento son considerables. Aún con buenos créditos de largo plazo, las tarifas que se requerirían para dicho servicio exceden, quizá con creces, lo que pueden pagar los sectores populares, cuyo consumo de este servicio es mucho más elevado que aquel correspondiente a los servicios de energía, gas o telecomunicaciones. Por este motivo, se requieren, sin duda, otro tipo de recursos para poder financiar plenamente las actividades con efectos ambientales más positivos: la protección de fuentes y el tratamiento de aguas servidas.

Es interesante apreciar que, en otros casos, las restricciones al establecimiento de “precios ambientalmente correctos” proviene del mercado mundial. Un caso notorio es el del turismo: la competencia externa establece en este caso precios que pueden ser insuficientes para financiar las

actividades que permiten la sostenibilidad ambiental de este servicio, cuyo costo puede ser no despreciable, especialmente en los pequeños países insulares. No se puede descartar, además, que la competencia internacional ha reducido las regalías mineras a niveles excesivamente bajos. Por lo demás, uno y otro caso involucran, no solo problemas de eficiencia, sino también distributivos, que solo tienen una resolución adecuada en normativas internacionales. Este tipo de problema no es, por supuesto, ajeno a los propios países industrializados, como lo atestiguan muy especialmente las complejas negociaciones sobre emisiones de carbono.

El establecimiento de subsidios explícitos a actividades ambientalmente positivas tiene también desarrollos exitosos. Un ejemplo ha sido el desarrollo, bajo el liderazgo chileno, de incentivos forestales, de exenciones del impuesto de renta a la reforestación y de aranceles o IVA a equipos con tecnología limpia. En el caso de los incentivos forestales, la extensión de dicho beneficio de incentivos forestales para ciertas actividades de conservación del bosque nativo que hizo Colombia en 1997, o el sistema que introdujo Costa Rica en 1996 y Guatemala más recientemente de pagar por los servicios ambientales del bosque, son avances importantes. El último puede ser, de hecho, el primer ensayo de pago directo de servicios ambientales.

Los fondos forestales, que sirven para financiar los incentivos forestales, pueden considerarse parte de un conjunto más amplio de experiencias importantes relacionadas con la creación de fondos especiales para el financiamiento de proyectos ambientales realizados por instituciones públicas o de la sociedad civil. Este tipo de fondos está financiado con recursos del Estado –originados en el presupuesto o en el producto de cargos de origen legal–, por aportes convenidos en el contexto de la cooperación bilateral o multilateral (incluidos los canjes de deuda por naturaleza), o por aportes de organizaciones privadas que canalizan recursos de la comunidad internacional preocupada por los problemas ambientales. La gestión de estos fondos, puede ser responsabilidad gubernamental, ejercida directamente o delegada en organizaciones de la sociedad civil, o puede ser responsabilidad directa de éstas. Este tipo de fondos incluye el Fondo Nacional Ambiental y el ECOFONDO en Colombia, este último gestionado por organizaciones de la sociedad civil que canalizan recursos originados en las negociaciones de la deuda bilateral con los Estados Unidos en el marco de la Iniciativa de las Américas. Instrumentos similares a este último son el Fondo de las Américas de Chile y el Fondo Integrado Pro-Naturaleza de la República Dominicana, que también canaliza recursos originados en la Iniciativa de las Américas. El Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES) apoya proyectos ambientales de pequeña magnitud y de distinta naturaleza. En Costa Rica existen varios fondos, la mayoría con carácter marcadamente forestal, entre ellos el creado por la ley forestal de 1986 con el producto de las recaudaciones del impuesto a las actividades forestales, el fondo de reforestación originado en un convenio con los Países Bajos, y los fondos de fideicomiso para créditos blandos manejados por el Banco Cooperativo.

Por último, el desafío que se presenta para los Gobiernos y la sociedad latinoamericana en la resolución de conflictos ambientales y negociación de metas de sostenibilidad es de garantizar la existencia de un proceso transparente, informado y participativo para el debate y la toma de decisiones en pos de la sostenibilidad aunado a procesos claros de descentralización que promuevan un mayor involucramiento de las comunidades locales, así como una participación activa del sector privado y la sociedad civil.

En conclusión, la cultura ambiental con profundas bases ciudadanas enriquece las perspectivas de la transición democrática, planteando no sólo nuevos derechos humanos vinculados con el desarrollo sostenible sino un proyecto de democracia social que articule las demandas y aspiraciones de la sociedad en un torno a un proyecto político plural. La profundización de la democracia y de los procesos de concertación social se erigen como condiciones necesarias para lograr trayectorias de desarrollo sostenible que demandan una gran transectorialidad y construcción

de consensos en las políticas públicas en todos los ámbitos (macroeconómico, comercial, industrial, agrícola, energético, de ordenación del territorio, educación y salud entre otros). Por su parte, el desarrollo sostenible tiene un enorme potencial para convertirse en el proyecto fundamental de un Estado más moderno con profundas bases ciudadanas. El gran desafío en cada país sigue siendo que la sociedad y los gobiernos logren valorar e interpretar políticamente la transformación estructural que conlleva el desarrollo sostenible. Esta transición requiere la construcción de una visión común de largo plazo y un marco de políticas públicas que logre movilizar las acciones de los principales actores sociales y económicos hacia el logro de los objetivos que implica la sostenibilidad en sus dimensiones económicas, ecológicas, de gobernabilidad y de integración plena de la ciudadanía.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Gran parte de este texto fue adaptado del capítulo 13 del documento LC/G.2071(SES.28/3), titulado “Equidad, Desarrollo y Ciudadanía”, preparado por CEPAL para el Vigésimo octavo Período de Sesiones celebrado en México, D.F., en abril de 2000.



## **Análisis en torno a los requerimientos de investigación ambiental**

---

***Claudio Friedmann***<sup>29</sup>

En los últimos 200 años hemos pasado de un mundo agrícola tradicional a otro dominado y hegemonizado por la industria, el automóvil y la explotación intensiva del campo. Ello ha significado una transformación radical en la forma de percibir e impactar el medio ambiente.

En este proceso de crecimiento se ha afirmado que la preocupación por la temática ambiental recién se manifiesta con fuerza en el momento que los ciudadanos alcanzan niveles de ingreso medio del orden de los US\$ 5.000.

Nuestra experiencia personal nos dice que mientras mayor es la desigualdad, mayor es la libertad con que se explotan los recursos naturales; en consecuencia no es la pobreza por sí sola la que destruye el medio ambiente en forma aguda. Tampoco la riqueza por sí sola.

Por ello “la equidad aparece como una condición previa para la sustentabilidad” (Asian NGO Coalition, 1994). Con fundadas esperanzas en que esta equidad sea un objetivo prioritario en América Latina, pensamos será posible contar con una efectiva gestión ambiental.

---

<sup>29</sup> Director AIDIS, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria.

Definimos la Gestión Ambiental como un proceso dinámico, donde pueden aplicarse algunos de los principios de la dirección de empresas. Las decisiones de inversión pueden orientarse hacia el mejoramiento continuo o la reingeniería de procesos o una combinación de ambas en función de la tasa de productividad global de las empresas (Otero, 1997).

La capacidad técnica del regulador y del regulado, la participación de la comunidad organizada con antecedentes fundados, adquiere aquí toda su relevancia. Repetimos capacidad técnica del regulador y regulado.

Tenemos sí que añadir otra condición. Dado que los ecosistemas son complejos, las consecuencias ambientales de las actividades humanas son inciertas. Por ello la consideración de las incertidumbres es muy importante en los planes de gestión ambiental. Podemos clasificarlas en tres tipologías:

- Riesgos (situaciones donde las probabilidades pueden ser atribuidas a varias consecuencias potenciales).
- Los “posibles o desconocidos” (situaciones donde el rango de posibles consecuencias se piensa es razonablemente comprendida, pero, se ignoran las probabilidades asociadas).
- Ignorancia de lo desconocido, (son los fenómenos sobre los que no se tiene conciencia que puedan esperarse).

Investigaciones asociadas al manejo de las incertidumbres representan un campo que cubre toda la gestión ambiental. Ejemplos de desconocimiento: En Estocolmo ni la lluvia ácida, ni el calentamiento climático global fueron mayores preocupaciones (1972).

Utilizamos el Nivel Objetivo de Riesgo (NOR) para definir si la Gestión Ambiental del sitio es aceptable para la salud humana y el medio.

En América Latina para una cantidad de elementos, casi ausentes en otros continentes, debemos conocer:

1. Identificación del peligro.
2. Evaluación de la exposición.
3. Evaluación de la dosis respuesta.
4. Caracterización del riesgo.

La experiencia nacional en la generación de normativas, (que deben contar con antecedentes en estos cuatro puntos), para la calidad del aire y del agua potable asociada a la presencia de arsénico demuestra la magnitud de los recursos humanos, económicos y de tiempo requeridos. Cuán lejos estamos aún para otros elementos, como el boro, tan importante en su efecto agrícola y desconocido en su impacto en el aparato reproductivo de nuestros habitantes.

Entonces estudios epidemiológicos y sobre animales conforman ya un amplio campo para la investigación.

Ligado a estos problemas aparecen necesidades en metrología. Hoy nuevas tecnologías han entregado herramientas para detectar niveles mínimos de concentración de contaminantes en aguas, principalmente de carácter orgánico. Estos progresos son a la vez una herramienta y un desafío para la potabilización del agua en el nuevo siglo. Hoy no se eliminan los contaminantes emergentes (materias orgánicas e inorgánicas) producto de este nuevo escenario de desarrollo del país, salvo escasas excepciones.

Esta realidad país no es reproducible; es bien difícil encontrar resueltos estos problemas en otras latitudes. Inmenso campo para la investigación.

Por ejemplo para el cobre, tema tan cercano, se requiere investigar con sentido estratégico:

- Los marcos reguladores emergentes.
- Las barreras para-arancelarias.
- Los convenios multilaterales con efecto ambiental.
- Las áreas silvestres protegidas impactadas.
- Usos del cobre e impacto ambiental.
- Desechos y su disposición.
- Ecotoxicidad.
- Reciclabilidad, Tecnologías y proyecciones.
- Ecodesign.
- Consumidores organizados y política ambiental.

Más que limpiar hemos aprendido que vale el no ensuciar. La minimización de la generación de residuos es un proceso que debe ir acercándonos asintóticamente a la emisión cero.

En Chile la temprana inquietud respecto a la lixiviación bacteriana se tradujo en esfuerzos que interrumpidos el año 1973 y continuados con el apoyo del PNUD en la década de los 80, concentraron la acción de varias universidades y dentro de ellas a Institutos de especialidades: Ingeniería Genética, Bioquímica, Metalurgia, Química.

Múltiples patentes y avances fueron el corolario de este proyecto. ¿Cuánto se benefició nuestra potente hidrometalurgia cuprífera, (al origen de nuestro primer producto de exportación; de este aprendizaje colectivo y de esta producción más limpia?

La prevención de la contaminación abre un espacio a la integración de procesos que incorporan análisis de flujo basados en termodinámica (análisis pinch), sistemas expertos y optimización numérica. Espacio para investigación a diferentes niveles de físicos, matemáticos, ingenieros del conocimiento programadores, arquitectos geólogos, técnicos. Necesitamos en forma urgente resultados de que permitan reducir las pérdidas de energía y las emisiones de todo tipo en minería, construcción, acuicultura, vitivinicultura, transporte, fundiciones, etc.

Esta preocupación por las externalidades no es nueva. El proyecto de producción de azúcar de remolacha en Chile (Corfo) ya en los años 50 a través de un economista visionario, don Julio Melnick, se preocupó del uso de los subproductos y residuos. Producción de alcoholes, de melaza, empleo de la coseta como alimento para el ganado y mejoramiento de los suelos, fueron preocupación inicial en conjunto con la sustitución de la importación de azúcar.

Desgraciadamente nos hemos ido retrasando frente a la explosión de necesidades. Una reciente encuesta prospectiva realizada en Europa utilizando el método Delphi, mostró para el agua potable ideas que se suponen se incorporarán en los años venideros. Ejemplos para el año 2010 y posteriores: Utilización in situ de la escorrentía superficial, uso de aguas grises en toilettes, análisis automáticos en tiempo real, abandono de la desinfección, reducción de los consumos, medición de los efluentes vertidos al alcantarillado, uso de energías dulces para calentar el agua.

El año 2010 está a la vuelta de la esquina. Algunas de estas ideas son de gran utilidad práctica en nuestros sedientos países.

Por otra parte está demostrada la no neutralidad de la tecnología. En la obtención de la celulosa, el blanqueo totalmente libre de cloro impulsado por los fabricantes nórdicos descoloca otras tecnologías sin demostrar su mayor amigabilidad con el ambiente.

Además dada la complejidad de los problemas, los diagnósticos simples pueden conducir a soluciones erradas. Medidas impulsadas por defensores del ambiente como el cambio del plástico a papel en los envoltorios de Mac Donald se demostró que fueron globalmente contraproducentes.

Tenemos en América Latina recursos únicos. Nuestro país dispone en el extremo norte de un potencial gigantesco de energía solar. Contradictoriamente a la vez con inmensas plantas termoeléctricas con las consecuencias en Galia que todos conocemos. ¿Cuántas investigaciones estamos realizando en estos campos de la energía solar, su relación potencial con la hidrometalurgia y con la desalinización?. Lo propio con el aprovechamiento de inmensas reservas de agua subterránea que podrían abastecer esta Región sin hacer peligrar sus bofedales. Esto sería posible si contáramos con la correspondiente avanzada recolección y tratamiento de la información necesaria para alimentar y luego calibrar modelos. Luego monitoreo de los impactos. Todas acciones que demandan científicos y técnicos de múltiples especialidades.

Cuántas preguntas importantes tienen hoy respuestas incompletas.

1. ¿Cuál es la incidencia del empleo doméstico del gas licuado en la presencia en el aire de hidrocarburos no metánicos y con ello en la contaminación de nuestro valle?
2. ¿Cuál es la participación de las diferentes fuentes en el deterioro de la calidad de los lagos, y como consecuencia ¿Cuál es la solución para frenar estos procesos?
3. ¿Cómo actuar frente a ciertas invasiones de especies animales y vegetales introducidas, que van por el camino de convertirse en plagas?
4. ¿Cuál es la capacidad de carga de nuestras reservas protegidas de modo de desarrollar allí un turismo sustentable?
5. ¿Cómo actuar en conjunto con las etnias para ejecutar proyectos de infraestructura que el país requiere, sin que ello se traduzca en divisiones ni aculturación?
6. ¿Cómo abordar la participación ciudadana para que ella permita la información y reflexión en búsqueda de acuerdos y no en el campo propicio de la acción de cazadores de liderazgo o votos?
7. ¿Podemos actuar sobre la marea roja y sus efectos?
8. ¿Cuáles son las cuotas de captura que permiten asegurar la sustentabilidad de la pesca en el litoral?
9. ¿Cuál es el aporte de América Latina a la biodiversidad? ¿Cómo inventariar nuestras especies?
10. ¿Cómo proteger nuestras maderas de la acción de las termitas?
11. ¿Qué tecnologías apropiadas podemos desarrollar para el saneamiento rural, por ejemplo, el empleo de pantanos?

Podríamos continuar por largas páginas. Abordar los proyectos bi o multinacionales y sus impactos: hidrovías, conexiones de gasoductos, eléctricas, viales, ferroviarias. Saber como se genera el ozono en la Región Metropolitana y actuar en consecuencia sobre sus precursores. Leer el listado de las normativas priorizadas e intentar calcular el volumen y calidad de los antecedentes necesarios para dictarlas, comparándolos con los existentes. Reunir la información requerida y ser capaces de generar buenas y simples proposiciones.

Está abierto el campo a las investigaciones socioeconómicas que calculen los costos privados y sociales de las medidas propuestas para mejorar y proteger nuestros ecosistemas.

Desde allí prever gradualidad. ¡Qué inmenso esfuerzo para concebir instrumentos económicos para reducir la contaminación! Cargos, subsidios, exenciones tributarias, permisos de emisión transables, seguros, multas, información ambiental. Para el aire, para los cursos hídricos para el suelo, para el medio construido.

Los temas parecen inagotables y sorprendentemente prioritarios. Ello sin olvidar otros que sólo mencionaremos a través de palabras claves:

- Regiones, ordenamiento territorial, urbanización, ciudad.
- Evaluación ambiental, metodología, críticas, experiencias.
- Ecoturismo, etnoturismo de, intereses especiales, senderos de interpretación, economías locales.
- Cambio climático global, impactos positivos y negativos a menor escala. Amenazas, oportunidades, sumideros de carbono. Negociación con países del anexo I.
- Erosión, prevención y mitigación, deforestación, recursos hídricos, reservas de agua, navegabilidad.
- Patrimonio cultural, sitios arqueológicos, rescates, recuperación, conservación.
- ISO 14000, restricción a exportaciones, inserción global.
- Desastres, vulnerabilidad.
- Indicadores ambientales, de sustentabilidad, de racionalidad del uso de la tierra.
- La contaminación intradomiciliaria. Soluciones, comparaciones, efectos en salud.

Hasta aquí me parece que con estos sencillos y escasos ejemplos se demuestra que existe un tremendo e imprescindible espacio para la investigación. Ella nos evitaría recorrer los mismos caminos que siguieron los países desarrollados con su errores y diferencias con nuestra realidad.

Si tenemos un déficit tan importante, podríamos al menos mitigarlo al comprometernos con la disponibilidad de los resultados de las investigaciones y proyectos. Creo que en el país la reserva de información se ha ido transformando desde la cautela a un vicio. No es posible que hoy no se informe o, peor, se mal informe sobre los resultados de las perforaciones de sondajes de captación de agua.

Otra consideración tiene relación con los tiempos necesarios para contar con profesionales capacitados. Años ha llevado conformar el equipo dedicado a calidad del aire en la Región Metropolitana. Debemos calcular estos plazos para contar con especialistas en las materias que sospechamos se nos vienen encima en los próximos años. Intuir estas materias es parcialmente posible a partir de los proyectos ya en curso.



## Desafíos de la investigación en materias ambientales

---

**Patricia Matus**<sup>30</sup>

La Gestión Ambiental en América Latina, es un proceso relativamente reciente y nuestros países se han enfrentado a definir políticas, prioridades, programas y actividades aún en la ausencia de información nacional específica, que permita sustentar adecuadamente las opciones seleccionadas. Esta ponencia intenta, en forma bastante sintética, abordar las necesidades generales de Información e Investigación para la gestión ambiental, desde un punto de vista de la gestión gubernamental. Parte estableciendo que la gestión ambiental es un proceso de toma de decisiones, enumera los tipos de investigación operativa que le sirven a dicho proceso y termina identificando los desafíos existentes en el ámbito de la Investigación y el manejo de la información ambiental.

Los gobiernos deben tomar decisiones en materia ambiental y definir líneas de acción cautelando el mejor uso posible de los recursos, que por lo general son extraordinariamente escasos, para tal efecto deben contar con información confiable sobre los distintos aspectos ambientales que deben abordar. Es así que, contar con un adecuado diagnóstico de la situación ambiental, que permita otorgar prioridad a las diferentes áreas o tópicos ambientales presentes tanto a escala nacional como local se hace ineludible. También el manejo de

---

<sup>30</sup> Jefe Departamento de Descontaminación Planes y Normas, Comisión Nacional del Medio Ambiente.

información básica que permita definir planes de acción, el uso y aplicación de herramientas de gestión ambiental y su posterior evaluación y seguimiento son elementos esenciales de la gestión ambiental.

Sin embargo, es menester aclarar que la ausencia de información, científicamente válida, no es por sí misma, un argumento suficiente para que los gobiernos dejen de actuar en materia de la resolución de problemas ambientales, que inquietan a la ciudadanía. Si bien, existen algunos ámbitos en que la conducta, de esperar contar con toda la información posible sobre un tema antes de decidir las acciones a seguir, es socialmente aceptada, en materia ambiental, y sobre todo cuando aparece un conflicto explícito o se instala un temor en las personas asociado a un problema ambiental, los gobiernos deben actuar, dando respuesta a la solicitud planteada por la comunidad. Los ámbitos de respuesta de los gobiernos, frente a las peticiones ambientales, debieran ser lo más integrales y flexibles posible de modo de no acrecentar conflictos y cautelar, lo que no es necesariamente obvio, que se proteja el medio ambiente y la calidad de vida de las personas.

Durante dicho proceso de toma de decisiones, se suceden distintas etapas o fases, las que son la definición, identificación o determinación del problema; la identificación de alternativas de solución o alternativas de acción; la evaluación de cada una de dichas alternativas, de modo de conocer cuales son las ventajas y desventajas de cada una de ellas, sus costos y sus beneficios; la elección de una de ellas y su legitimación y posterior implementación. La legitimación es el proceso mediante el cual el tomador de decisión se explica a sí mismo y a otros interesados, la elección tomada, y el razonamiento seguido, de modo de validar todo el proceso.<sup>31</sup> Es una etapa sumamente importante para asegurar la viabilidad futura de la estrategia, plan de acción o simple medida decidida.

En este proceso de toma de decisión participan las agencias reguladoras, las empresas y la comunidad, por lo que se deben aceptar creencias, valores y opiniones diversas; adoptando como principio, guía de la toma de decisión, la sustentabilidad ambiental de la respuesta y que en su implementación las responsabilidades estén compartidas entre los actores ya mencionados.

La Investigación Ambiental, y en especial la investigación operativa, entendiendo por tal la que sirve para el proceso de toma de decisiones, puede ser de variado tipo aportando información y fundamentos a las distintas etapas del proceso de gestión ambiental.

## **1. Etapa de Identificación del tema**

Durante la etapa de determinación del problema, se requiere contar con información relativa a la situación ambiental del país o localidad, según sea el ámbito comprometido. El diagnóstico de la situación ambiental se realiza integrando información sobre el estado del medio ambiente, en particular calidad del aire, calidad del agua y situación de manejo de los residuos o desechos sólidos; información sobre el estado de los recursos naturales renovables y no renovables; e información sobre la calidad de vida y la situación de salud ambiental de la población.

Para tal efecto, la gestión ambiental de gobierno debiera contar a modo de ejemplo con los siguientes tipos de estudios. Estudios que indiquen el estado del Medio Ambiente tales como la elaboración de líneas de base, nacionales o locales con respecto a la presencia de algunos contaminantes de interés particular, como es el arsénico en el caso chileno, o el análisis temporal de las mediciones aportadas por las redes de vigilancia de la calidad del aire y del agua. Estudios que den cuenta de las características de las principales fuentes de contaminación, que impactan sobre el área geográfica que se pretende intervenir, tales como los catastros de emisiones o

---

<sup>31</sup> Paul R. Kleindorfer. Understanding Individuals Environmental Decisions: A Decision Sciences Approach. Better Environmental Decisions: strategies for governments, businesses, and communities, Ed. Sextod et al. Island Press.



inventarios de fuentes de emisión, al aire, al agua y la caracterización de los residuos sólidos, estableciendo estimaciones de su producción y caracterización de la composición, identificando en especial los niveles de peligrosidad, que dichas emisiones pueden acarrear. También se requieren el uso de las herramientas de modelación matemática para establecer las relaciones y comprender los fenómenos de interacción entre las emisiones de contaminantes y la calidad resultante en el medio dado, sea este hídrico, atmosférico o terrestre.

Relativo al estado de los recursos naturales, se requiere conocer, por medio de catastros e inventarios la composición de ellos (bosques, recursos hidrobiológicos, recursos hídricos, suelos etc.), sus estados de conservación y de explotación, e identificar las características de la biodiversidad asociada a ellos. La diversidad biológica es la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos en los cuales estos organismos se desarrollan. Un adecuado conocimiento de ella comprende la identificación, de a lo menos atributos tales como, la composición y cuantificación de la diversidad genética y de ecosistemas del país.

La gestión ambiental de gobierno tiene por objetivo general, asegurar la sustentabilidad del modelo de desarrollo económico y social establecido por la sociedad. Tiene objetivos nacionales particulares, que tienen que ver con la protección de la salud y la calidad de vida de las personas, llamados comúnmente objetivos primarios de la gestión ambiental, y objetivos secundarios relacionados con la protección de los recursos naturales y de modo más amplio con la protección de los distintos componentes del patrimonio ambiental de cada país. El patrimonio ambiental comprende además del ámbito natural, al medio sociocultural creado por el hombre.<sup>32</sup>

Asociados a estos objetivos, también encontramos estudios específicos que debieran realizarse para conocer el estado de la salud ambiental de la población, tales como diseños epidemiológicos clásicos –estudios de prevalencia, casos y controles, estudios de cohorte, que den cuenta de los fenómenos causados por lo condicionantes ambientales sobre la situación de salud de la población– diseños ecológicos, que permitan identificar las variaciones de morbilidad-mortalidad debidas a las distintas realidades ambientales; la evaluación de riesgo de situaciones naturales o antropogénicas de contaminación. Y, estudios toxicológicos que aportan información sobre las dosis y los efectos fisiológicos y/o patológicos, de la interacción del hombre con contaminantes ambientales.

La evaluación de riesgo es una metodología que permite identificar el peligro, estableciendo el tipo de efecto adverso que un determinado contaminante o mezcla de ellos puede producir en los seres humanos; permite definir la relación de dosis-respuesta, es decir la magnitud de ocurrencia del efecto en la persona en función de la cantidad de contaminante(s) involucrado(s); permite evaluar la exposición, en otras palabras identificar los niveles de exposición actual y potenciales que se pueden anticipar en condiciones diferentes y finalmente caracterizar el Riesgo, es decir establecer la probabilidad de ocurrencia del efecto adverso o su incidencia en una población determinada.<sup>33</sup>

En el ámbito secundario, de la protección al medio y el patrimonio ambiental, se requieren estudios ecotoxicológicos, estudios sobre los efectos que la presencia de determinados contaminantes provoca sobre recursos naturales o patrimonio ambiental específico, estudios que determinen la capacidad de asimilación de los medios, y sus mecanismos de autodepuración, de modo de manejar los riesgos asegurando un adecuado nivel de protección de ellos.

Sea en la determinación de los objetivos primarios o secundarios, el enfoque de riesgo para la definición de prioridades resulta muy útil, cuando la gestión se desarrolla en una situación de

<sup>32</sup> Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

<sup>33</sup> Evaluación y manejo de riesgos: sistema para la toma de decisiones. EPA. Traducción de OPS, 1996.

escasez de recursos. Este permite focalizar los recursos en aquellos problemas que producen mayor riesgo a las personas, a los ecosistemas o a la infraestructura económica.

La gestión ambiental gubernamental, tiene además de los objetivos ya planteados, objetivos más globales que tienen relación con el cumplimiento de acuerdos internacionales en materias ambientales. También, en ellos se requiere del establecimiento de líneas de investigación que den cuenta de los compromisos adquiridos. Ejemplos de esto, son los inventarios de gases de efecto invernadero, o de sustancias agotadoras de la capa de ozono en el Convenio Marco de Cambio Climático y el Protocolo de Montreal respectivamente. Así como los estudios sobre vulnerabilidad y adaptación a los cambios globales y la reconversión tecnológica subsecuente, que ellos implican, entre otros.

## **2. Etapa de selección de alternativas**

Las alternativas de solución e intervención de los gobiernos son amplias y variadas. El espectro de alternativas va desde el establecimiento de medidas vinculantes y compulsoras al establecimiento de estrategias de intervención que permitan modificar algunas conductas de forma voluntaria, pasando por aquellas que impliquen una amplia participación ciudadana, y la promoción de cambios culturales más profundos con la adopción de conductas amigables con el medio ambiente de forma más masiva. La educación y formación en materia ambiental, y el establecimiento de mecanismos de comunicación del riesgo son elementos altamente efectivos para el establecimiento de medidas y soluciones al largo plazo y definitivas. Otras medidas “más rápidas”, tales como modificaciones legales y el establecimiento de regulaciones directas o de incentivos económicos requieren de adecuada información para su selección y aplicación de modo que sean efectivas desde un punto de vista ambiental y se conozcan claramente los impactos no ambientales, que ellas puedan provocar. En particular en materia social y económica.

Cada una de las alternativas consideradas debiera ser evaluada de modo de anticipar los riesgos, costos, beneficios e impacto ambiental que ellas pueden provocar.<sup>34</sup> Estas evaluaciones requieren de estudios tales como, en el ámbito del análisis de riesgo, comprobar que claramente la aplicación de la alternativa permite reducir el riesgo inicial, en la situación sin intervención; también es interesante contar con información de otros riesgos de modo de hacer análisis de comparación de riesgo; en la esfera de los costos asociados a la implementación de las alternativas, se pueden realizar análisis de costo-eficacia, para seleccionar aquellas medidas más efectivas y de menor costo. También en este ámbito, interesa conocer los impactos sobre los distintos tipos de industrias y su consecuente impacto económico-social, sobre el empleo por ejemplo. También resulta de interés del regulador, realizar un análisis de sensibilidad comparando distintos niveles de riesgo aceptable, con sus respectivos costos, de modo de cautelar el máximo beneficio social de las medidas adoptadas. En la esfera de los beneficios, se pueden realizar análisis de costo-beneficio y análisis de distribución, para conocer cuales son los sectores que deberán asumir mayores gastos relativos, al incorporarse nuevas regulaciones. Finalmente a toda medida, se le debe hacer una evaluación ambiental de modo de detectar transferencias de contaminantes de un medio a otro, impactos ambientales y sociales (cambios culturales indeseados) no previstos.

El proceso de toma de decisión, propiamente tal y de elección de la alternativa a usar para la resolución del problema ambiental, requiere además de conocimientos o estudios específicos, contar con una serie de requisitos o características deseables de modo de optimizar la solución a los conflictos planteados. Estas características esenciales son que el proceso se funde en la honestidad; en el control de los sesgos, al momento del análisis de la información; utilizar el razonamiento o el

---

<sup>34</sup> H.W. Koning . Establecimiento de normas ambientales: pautas para la adopción de decisiones WHO.

sentido común; que además sea un proceso informado, transparente y compartido. Existen también criterios deseables de complementariedad entre las medidas establecidas, flexibilidad y equidad o proporcionalidad en los esfuerzos exigidos, dinamismo tomando en cuenta siempre toda la información disponible.

### 3. Evaluación y seguimiento

Una etapa muy importante está dada por el seguimiento de las medidas implementadas. Esto quiere decir, iniciar estudios que permitan reconocer los cambios acaecidos sobre la situación base, de modo de contrastar y verificar que la solución propuesta efectivamente produce una mejoría del problema planteado al momento de la identificación del área de intervención. Para este efecto, la construcción de indicadores ambientales tales como los propuestos en el modelo de presión-estado y respuesta, con la elaboración de indicadores de contaminación, de agotamiento de recursos, de riesgo ecosistémico e indicadores del impacto ambiental en el bienestar humano, son necesarios.<sup>35</sup>

### 4. Desafíos de la investigación operativa en Medio Ambiente

Una adecuada gestión ambiental requiere de la ejecución de investigación operativa, es decir que de respuestas a las necesidades concretas de información científicamente válida para la toma de decisiones o directamente la acción en materia ambiental. Los desafíos, de dicha investigación, están en los ámbitos de la calidad, cantidad e integración. En el ámbito de la calidad de la información, deben realizarse esfuerzos concretos y sostenidos por asegurar precisión, confiabilidad, comparabilidad, control de sesgos al momento de la elaboración e interpretación de los hallazgos. Al nivel de la cantidad, es evidente la falencia de datos básicos, la elaboración de ellos en reportes que permitan la comprensión, uso y diseminación de la información y por último la construcción de indicadores que reflejen con sensibilidad y especificidad la situación en estudio u observación. La generalización del uso de indicadores ambientales, comprensibles y al alcance de la población general y los medios, fortalecerá la participación ciudadana, acrecentando los procesos democráticos, permitiendo una evaluación directa de los gobiernos en materia ambiental, evidenciando cuan bien o cuan mal han funcionado las políticas y estrategias ambientales por ellos establecidas.

Finalmente, el desafío más complejo es la integración de información proveniente de distintos ámbitos del conocimiento, con sus dificultades inherentes. Es así como, el conocimiento del medio físico, debe integrarse con los fenómenos químicos, que en él ocurren, con la visión biológica y ecológica de los impactos sobre las personas y ecosistemas, para también integrar elementos de las ciencias sociales con la incorporación de los fenómenos económicos y sociales. El desafío de la integración implica desarrollar conceptos globalizadores, sistémicos, lenguaje y prácticas comunes entre estos distintos ámbitos de la investigación científica y social.

Al respecto cabe mencionar la casi desaparición de las inversiones en la industria en los cinco años que vienen. ¿Habrà incidido nuestro mal manejo de la temática ambiental en este frenazo indeseado? Además de la siempre presente minería, el sector inmobiliario y las obras públicas suman casi la mitad de las inversiones asociadas al sector privado. La urgencia en abordar en serio el ordenamiento territorial y la ciudad, con sus consiguientes investigaciones se muestra en estas cifras con toda su fuerza. Anecdóticamente puede citarse que ninguno de los mejores 14 sitios seleccionados para relleno sanitario en el Gran Santiago podía tener dicho empleo según el Plano

<sup>35</sup> Hammond et al. Environmental Indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. World Resources Institute, 1995.

Regulador vigente, el que incluye además disposiciones exageradísimas que se demoran en ser eliminadas.

Hay otra razón adicional para investigar. La formación de profesionales. Los institutos y centros de excelencia han permeado vía sus investigadores hacia empresas, consultoras, CONAMA, municipios. Pensemos en las “exportaciones” desde la Universidad Católica de Valparaíso (UCV) en residuos sólidos y oceanografía, desde la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica (PUC) se alimentaron los laboratorios de microbiología y análisis químico del agua. Biología marina desde la UCV y la U. de Concepción. Bosque nativo desde la U. Austral. Minimización de residuos en la celulosa y papel desde el EULA, que también suministró los expertos de la CONAMA en diversas regiones, la Universidad de Santiago de Chile (USACH) con sus programas que capacitaron tantos ejecutivos y operadores de la industria. La Universidad Técnico Federico Santa María (UTFSM) en las empresas Sanitarias del Norte de Chile, podríamos continuar e incluir los pioneros esfuerzos de la Facultad de Derecho de la Universidad de Chile en derecho ambiental que hoy fructifican en diversos países. Las necesidades de investigación entonces también tienen repercusiones necesarias en la formación de los cuadros humanos de las empresas e instituciones de todo tipo.

La investigación se fundamenta en la persistencia además de la aplicación del método científico. Todas las teorías acerca del universo fueron quedando abandonadas por erradas, gracias a la porfía, a veces con consecuencias trágicas de los astrónomos. En nuestro microcosmos no se financia esta actitud y proyectos tan completos como el del Sistema Nacional de Información para la Inversión del Instituto de Tecnología (INTEC) carecieron una vez terminados de los recursos para su laboriosa y lenta puesta en marcha efectiva. Todos sabemos de los primeros años con flujo financiero negativo (necesidades de caja), que son comunes a los proyectos de diversa índole. Estos aportes deben ser previstos de forma de no desperdiciar los logros alcanzados en la etapa de investigación.

Las ciencias sociales muchas veces postergadas han encontrado campos de acción tanto en participación ciudadana con notables aportes desde el Centro de Investigación y Planificación en Medio Ambiente (CIPMA) primero luego desde CONAMA, el Centro de Estudios para el Desarrollo (CED), la Casa de la Paz, como en la conformación de equipos multidisciplinarios aún incipientes para abordar desde sus inicios proyectos que traten con etnias, campesinos, pobladores, localizaciones turísticas, restos arqueológicos.

Adicionalmente el empleo de herramientas del análisis multicriterio está al origen de la evaluación ambiental y son parte de los instrumentos económicos la consideración de los comportamientos previsibles.

Sólo para nuestros filósofos no mencioné espacios. Sin embargo el tema de la ética, de la lógica y de la responsabilidad ambiental es quizás el prioritario entre los prioritarios. Las acciones ambientales tienen consecuencias para el hombre y para la naturaleza que exceden las barreras de nuestras propias vida. Al inicio mencionamos las incertidumbres y desde allí deben desarrollarse teorías que enmarquen nuestro accionar. Si la ética consistía en tomar decisiones que definan un criterio que sirva para determinar qué es lo mejor en general y, en particular y qué es mejor para una persona o grupo social en relación con otra persona o grupo, hoy se va más allá y siguiendo a Saemann podemos proponer la siguiente ecuación: Conducta Ética = Actuar en forma apropiada y responsable (E. Pedace, 2000).

Para terminar les transmito una última y sorprendente conclusión. Al iniciar esta comunicación creía que la explosión de carreras profesionales y técnicas denominadas ambientales nos estaba llevando hacia una plétora profesional. Ahora creo que estamos aún muy, pero muy por debajo del número y nivel que requerimos de recursos humanos para abordar la temática del

medioambiente. Lo que sucede es, que entre otras falencias, la investigación científica, técnica y tecnológica se ha quedado atrás pese a contar hoy con destacados núcleos en diversas facultades, con un Centro de Tecnologías Limpias en post parto, con otros institutos y centros dedicados y con el fructífero trabajo del Centro Nacional del Medio Ambiente. Esta contradicción aparente se produce por la revolución de expectativas y exigencias con las consiguientes necesidades de investigación.

En síntesis el énfasis está puesto en nuestra mirada hacia el actuar y aquí hay una característica, un atributo que se pide a nuestros investigadores en el área: Actuar, no simplemente pensar, aplicar el método científico y escribir. Es el leit motiv de nuestra asociación AIDIS y por ello les agradezco la invitación a participar en tan necesario Seminario.



## Palabras de autoridades

---

**Sra. Adriana Hoffman**<sup>36</sup>

Buenos días Sr. Quezada, representante de la Universidad de Chile, Sr. Murakami, Representante del Gobierno del Japón, Sr. Juan Escudero, Director Ejecutivo de CENMA, Sra. Alicia Bárcena, Representante de CEPAL, Señores invitados nacionales e internacionales, muy buenos días y muy bienvenidos a este Seminario Internacional el que comienza hoy.

Desde la CONAMA queremos apoyar esta iniciativa con toda fuerza, porque nos parece que el resultado de este trabajo de tantos años es realmente una inmensa colaboración con el apoyo del Gobierno de Japón y de la Universidad de Chile, para colaborar en esta tremenda tarea que tenemos por delante y que es la de transformar el medio ambiente, incorporar el medio ambiente a la cultura nacional.

Necesitamos datos exactos, necesitamos gente preparada, necesitamos esta iniciativa tan importante que ha llevado a cabo el CENMA, el Centro Nacional del Medio Ambiente, en el contexto de nuestro país. Esperamos que el trabajo que ellos hayan realizado durante estos 5 años colaboren a desarrollar los talleres que ustedes van a llevar adelante y colaborar también a mezclar la experiencias de otros países. Pensamos que esta colaboración horizontal, como se ha mencionado, es de tremenda importancia para seguir adelante.

---

<sup>36</sup> Directora Ejecutiva, Comisión Nacional del Medio Ambiente.

El hecho que el Presidente Lagos me haya designado a mi como Directora de la CONAMA, es una señal tremendamente importante que nos dice que aquí en Chile, el tema medio ambiental tomará una característica relevante.

Pensamos que se han hecho muchas cosas, se han avanzado tanto dentro de la CONAMA, como en el Centro Nacional del Medio Ambiente, como en la Universidad de Chile, como en muchas otras instituciones se ha avanzado muchísimo en la parte teórica, lo que necesitamos ahora es que todos estos avances se concreten en un real interés y una real coordinación dentro del Estado, dentro de todas las instituciones del Estado para hacer del medio ambiente una idea común y darle la importancia para que podamos avanzar hacia el Desarrollo Sustentable. Desarrollo Sustentable, que como bien sabemos, tiene una implicancia económica, social, ambiental y que constituye una manera de trabajar adelante, el progreso y el crecimiento de nuestro país y de los países de la región.

En la CONAMA nosotros estamos desarrollando una serie de actividades para clarificar como queremos seguir adelante en nuestro trabajo y queremos dar un especial énfasis a esto que el Presidente de la República ha pedido, un cambio en la cultura, no solamente en la cultura del arte, de la música, de las relaciones entre las personas, pensamos que la cultura ambiental es un elemento importantísimo entre la buena calidad de vida de la sociedad humana y su relación con el medio ambiente, con su naturaleza circundante.

Si logramos esto con el apoyo de organizaciones tan importantes, como el Centro Nacional del Medio Ambiente, donde hay una cantidad inmensa de conocimientos acumulados y si logramos coordinarlo con otros organismos académicos, privados y públicos nacionales y extranjeros, estaremos dando un paso importantísimo para llevar adelante, este gran concepto del medio ambiente: Desarrollo Sustentable, para el cual todos estamos muy involucrados y comprometidos.

Es por esto que estas actividades de hoy y mañana nos parece de una gran importancia y desde la CONAMA les deseamos el mayor éxito y que puedan llevar las conclusiones a sus lugares de trabajo y a sus países.

Muchas felicidades, éxito nuevamente en el trabajo y muy buenos días.



**Sr. Luis Riveros**<sup>37</sup>

En el doble papel de Rector de la Universidad de Chile y Presidente de la Fundación del Centro Nacional del Medio Ambiente, quiero expresar mi satisfacción por el éxito de esta reunión.

Creo que esta convocatoria ha sido importante, no sólo numerosa. Pienso que ha sido de profundidad, no sólo abarcadora de un gran número de temas incluidos en la agenda de trabajo. Concluyo, por lo tanto, que otras reuniones como esta irán creando la mayor oportunidad para seguir intercambiando experiencias y abriendo brechas de colaboración.

Me gustaría reseñar la doble importancia que observo en la reunión que hoy termina. La primera es la importancia que radica en el intercambio de experiencias en materias ambientales en nuestra región, me parece que hay tres razones para señalar con énfasis los aspectos que aquí se comprenden. En primer lugar, las imperfecciones del sistema de mercado en relación a los problemas medioambientales como con respecto a otras áreas, por las reconocidas externalidades y nuestro desconocimiento acerca de la mejor manera de regular el mercado y de orientar su trabajo asignativo hacia situaciones que sean socialmente menos indeseables que las que tenemos posibilidad de observar.

En segundo término, por la relación dinámica entre el tema medio ambiental y el crecimiento económico. El crecimiento económico es un causante del deterioro medio ambiental, pero a su vez el deterioro medio ambiental es también un causante de menor crecimiento económico. En nuestra región no hemos aprendido a

---

<sup>37</sup> Rector de la Universidad de Chile, Presidente de la Fundación Centro Nacional del Medio Ambiente.

manejar ese sistema, por lo que la experiencia compartida en el ámbito de las políticas macro económicas y de las políticas de regulación de mercados es importante para poder avanzar más rápido en el camino de combinar las posibilidades de lograr desarrollo económico y mejorar las condiciones de vida y las productivas.

El tercer elemento es la relación, que considero de gran importancia en nuestra región, entre deterioro ambiental y pobreza. Me parece que el tema de la equidad está fuera de discusión como uno de los temas más importantes y sobre el cual menos sabemos. En nuestro país por ejemplo, a pesar de su exitosa historia reciente en términos de crecimiento económico, los estándares de distribución del ingreso se mantienen entre los peores del mundo. A pesar que la economía tiene perspectivas claras de seguir recuperándose este año y los próximos, no hay, sin embargo, perspectivas claras en términos que la equidad se vaya a convertir en un elemento integrante del proceso de expansión económica. Y como el tema de equidad también en forma biecucacional se relaciona con nuestros desafíos medio ambientales, me parece que en comparación de experiencias de países que tenemos antecedentes económicos similares, pero sobretodo antecedentes históricos comunes, resulta ser de primera importancia.

La segunda razón por la cual me parece de mucha importancia esta reunión, es la necesidad de mayor cooperación horizontal. Este es un ámbito particularmente relevante, como aquí lo he escuchado, al haberse reiterado en varias intervenciones. En el contexto de nuestra experiencia económica-social y de nuestros problemas medio ambientales, la relación Sur-Sur, es relevante, desde luego en el ámbito académico, pero también en el terreno de la empresa privada. Asimismo, en el plano de la política y de los gobiernos, las necesidades de interacción en el campo de la investigación, pero también en el campo de las prescripciones de política son importantes.

Me gustaría por último señalar la importancia que nosotros asignamos al rol de la Universidad en este tema. Creemos que en general en nuestros países, las universidades constituyen un enorme potencial de recursos humanos y de recursos físicos para hacer contribuciones al mejor entendimiento y las mejores políticas sobre los temas ambientales. Sin embargo, también creemos que es un capital que está subutilizado, ya que no existe una clara vinculación entre las grandes políticas de Estado y el rol de las Universidades dentro de ellas.

Señalamos, por ejemplo, un tema que se ha mencionado aquí reiteradamente, que el financiamiento de la investigación debe experimentar correcciones fundamentales en nuestra realidad para orientar la investigación en un contexto de libertad, pero con un destino muy específico y muy concreto en términos de resultados en áreas de salud, en áreas de educación, en temas ambientales y otros. En un país como el nuestro, en que hay tantos indicadores que son realmente comparables a países que están en desarrollo económico superior, todavía el gasto total del producto interno bruto en investigación es de aproximadamente un 0,7%, lo cual constituye una cuarta parte de lo que se invierte en países industriales, y dentro de ese 0,7% probablemente un porcentaje ínfimo es el que está dedicado a la investigación que tiene mayores efectos externos, mayores externalidades como es el caso de los problemas medio ambientales.

Creo que eso requiere correcciones importantes en ese sentido, aunque sea un poco “old fashion” hay que pensar que el Estado debe tener una responsabilidad por encima de los agentes económicos y de los agentes individuales en términos de políticas y en el campo de opciones de financiamiento. Esto porque, además, la experiencia mundial no sólo en el área de los temas ambientales sino que de los temas sociales, indica que el financiamiento de investigación sobre la base de agentes privados oculta grandes ineficiencias, porque empiezan a mirar aspectos puntuales que conciernen desde luego a su propio interés, pero no son capaces de cubrir la multiplicidad de interacciones que un tema como el ambiental despierta de un sector productivo hacia el resto de la economía.

Me parece que definir realmente una política de Estado en investigación es urgente, pero todavía más inmediato es definir una política de investigación en estas áreas que son de tan crucial importancia, como he dicho, en aspectos de crecimiento y de equidad. Creo por otro lado, que las prioridades en investigación deben ser también determinadas a nivel del Estado. No es posible que la investigación se determine por las prioridades solamente del mundo científico, o solamente por las prioridades que están acotadas en el marco de sistemas competitivos de cualquier índole. Me parece que una política de Estado debe ser consonante con una política de financiamiento y una política de prioridades temáticas en el ámbito de los problemas que son necesarios abordar con mayor urgencia.

Finalmente, también quiero expresar nuestra satisfacción, por que continuaremos trabajando en esta alianza que ha resultado extraordinariamente poderosa con CONAMA, con JICA y la Universidad de Chile en el Centro Nacional del Medio Ambiente. Estimo que de aquí podrán emerger una serie de experiencias que serán útiles para el resto de la región. Y recojo las palabras recién mencionadas sobre la necesidad de abrir más el CENMA a la actividad académica compartida con el resto de los países de América Latina. Es algo de primera importancia que ya hemos recogido vinculando un Comité Académico en forma más activa a las actividades de nuestro Centro Nacional del Medio Ambiente y, desde luego, comprometiendo todo el esfuerzo académico de nuestra Universidad en la dirección que CENMA sea el coordinador de una gran iniciativa de medio ambiente al interior de la Universidad de Chile, pero ciertamente por la naturaleza de nuestra institución, abierta al resto del mundo universitario y al país.

Quiero, agradecer la participación de todos ustedes en esta reunión, particularmente quiero agradecer el patrocinio de CONAMA y la presencia de su Directora en la inauguración y también en esta clausura. Quiero agradecer también el trabajo que ha hecho Juan Escudero y el resto del Comité Organizador de esta reunión que bien ha valido la pena, en vista de estos resultados que ojalá nos permitan mirar el futuro con mayor esperanza.



**Sr. Suehiro Otoma**<sup>38</sup>

Damas y caballeros, mucho gusto. Soy el jefe del equipo de expertos japoneses del proyecto CENMA. Quisiera dirigirles algunas palabras muy sencillas como parte de los organizadores de este seminario Internacional.

En estos dos días hemos tenido la oportunidad de discutir ampliamente el tema “Las experiencias Latinoamericanas sobre el Control Ambiental”. Estoy muy satisfecho y agradecido tanto con el número de participantes logrados así como con el contenido de las discusiones. Como lo dice el título del seminario, el objetivo es que compartan las experiencias y conocimientos que tiene cada país del área y que lo aprovechen para el control ambiental en sus respectivos países. Estoy convencido en estos momentos, después de haber escuchado las discusiones apasionadas de todos Uds. que el esfuerzo no ha sido en vano. Sin embargo, como organizadores del Seminario, tenemos en consecuencia dos objetivos:

Uno de ellos es que Uds. vean los avances en el Proyecto de CENMA, ya han pasado 5 años desde que se inició el proyecto y aún cuando en un principio avanzábamos lentamente y a oscuras, poco a poco y como pudieron Uds. observar el día de ayer, actualmente tanto las actividades de los laboratorios como de investigación empiezan a marchar sobre ruedas. Particularmente, el engranaje entre el personal chileno y el japonés se ha logrando, arrojando así resultados concretos. Uno de ellos es el que tuvimos el placer de presentarles el día de ayer en las instalaciones de CENMA y es la perspectiva para que a finales del año 2000, el análisis químico orgánico de CENMA

---

<sup>38</sup> Líder en Chile del Proyecto JICA-CENMA. Palabras de Cierre.

sea certificado por ISO25 que es el sistema de certificación nacional. Por otro lado, aparte de proveer servicios directos externos, poco a poco hemos logrado iniciar nuestras propias investigaciones. Tenemos la confianza de que a partir de ahora, podremos apoyar las medidas ambientales de Chile.

El otro objetivo que esperábamos de este Seminario, es que se pudiese dar la ocasión para que CENMA pudiera hacer grandes progresos. CENMA es un proyecto que se inició con el objetivo de apoyar las medidas ambientales de Chile. Sin embargo, también es nuestro deseo que se puedan estrechar relaciones con los otros países Latinoamericanos, aún cuando cada país tiene sus problemas particulares, también existen muchos problemas en común y especialmente, cuando observamos que el medio ambiente es común para la tierra y para la humanidad, comprendemos que el tema ambiental es un tema que debemos atacar en conjunto. Bajo ese objetivo, es necesario estrechar las relaciones de cooperación regional así como el intercambio de experiencias y construir una red de computación y de personas especializadas que están a cargo del sector ambiental. Por supuesto que todo esto dependerá de los esfuerzos futuros de CENMA, pero me daría mucho gusto que este seminario pudiera dar la oportunidad para que CENMA tome la iniciativa y pueda desempeñar ese papel.

Tengo muchas expectativas aparte de que CENMA se convierta en un centro tecnológico ambiental influyente. Por ejemplo que se convierta en la base de capacitación ambiental en Latinoamérica, y que se convierta en un personaje central en la realización de conferencias internacionales y ambientales orientadas a la aplicación con académicos, responsables gubernamentales, ONGs y empresas privadas. Sin embargo, para hacer esto una realidad, se requerirá de grandes esfuerzos de parte de CENMA y más aún, la cooperación de todos los presentes en este seminario será indispensable. Está decidido que Japón apoye el actual proyecto durante por lo menos 2 años más. Les agradezco de antemano el apoyo que nos puedan Uds. brindar con el propósito de lograr grandes resultados a través de esta cooperación entre nuestros países. Gracias por su atención.